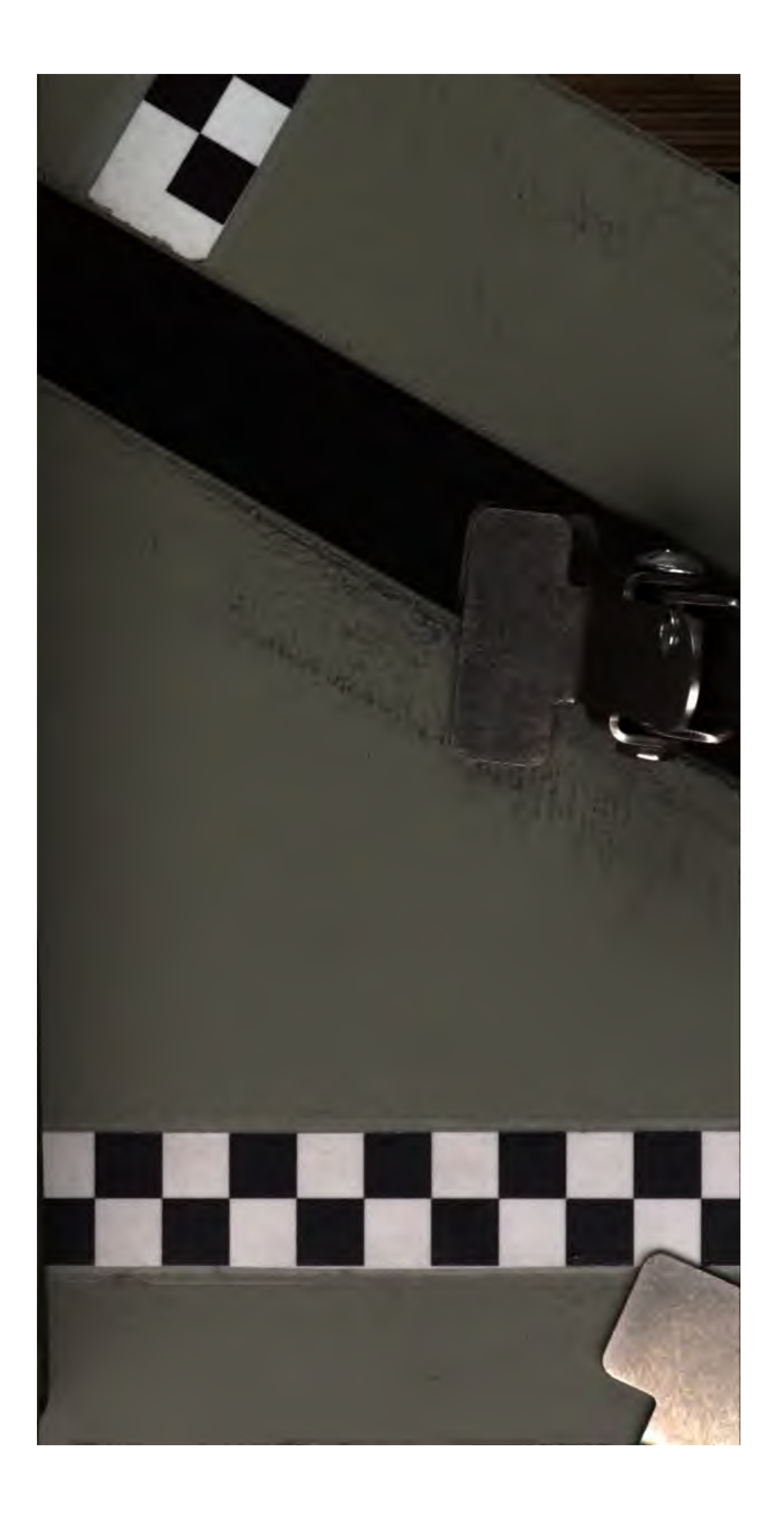
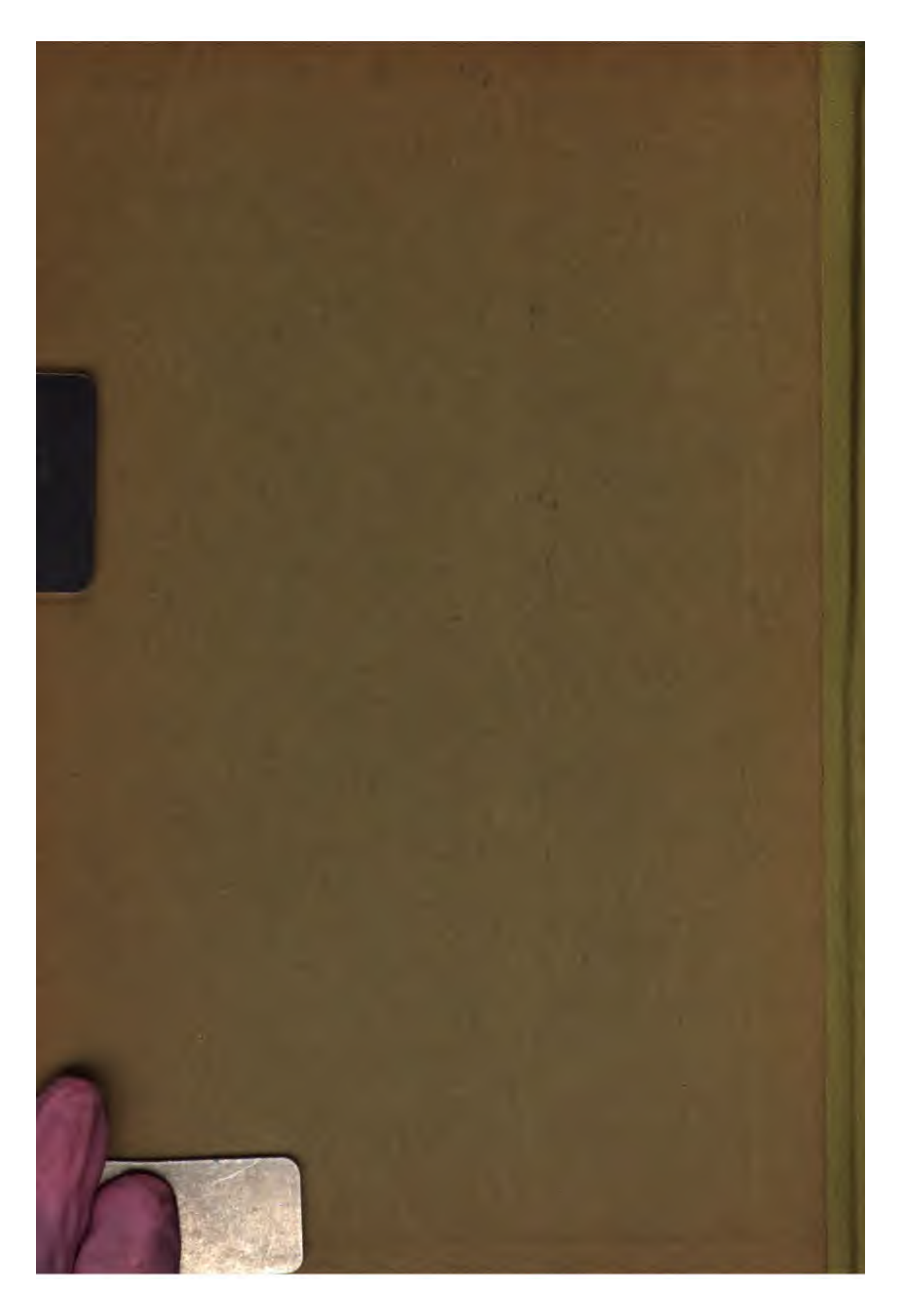
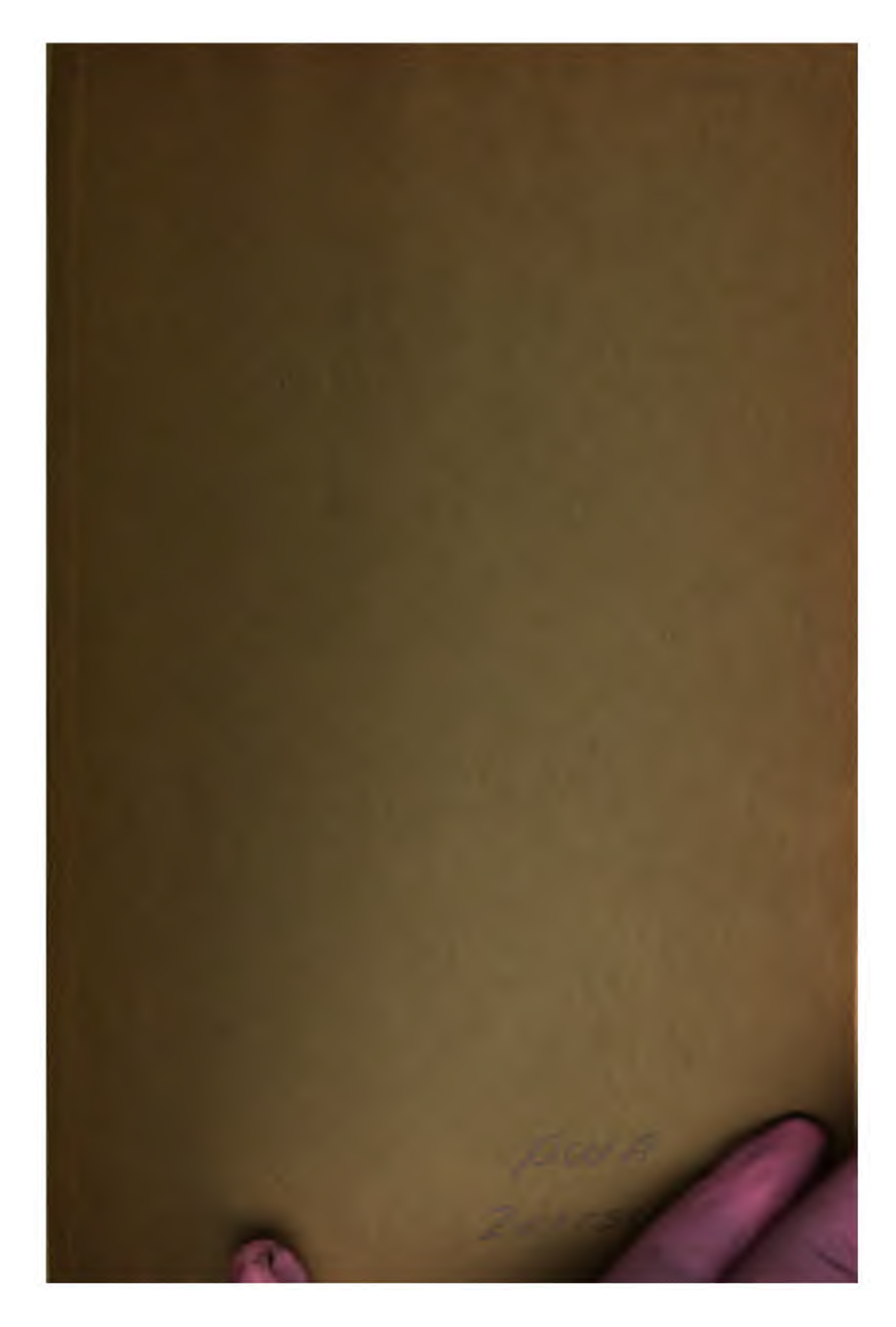
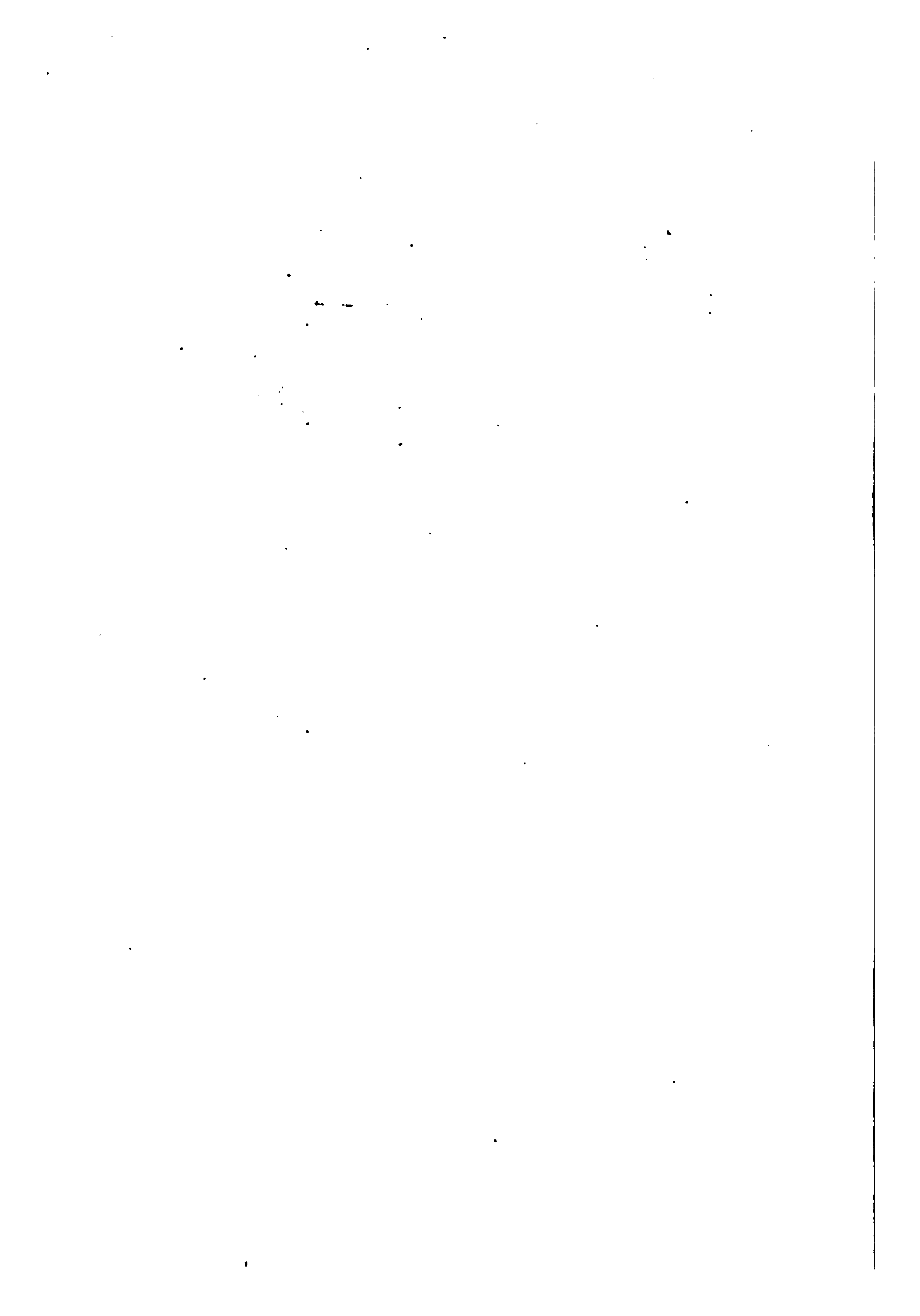










ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

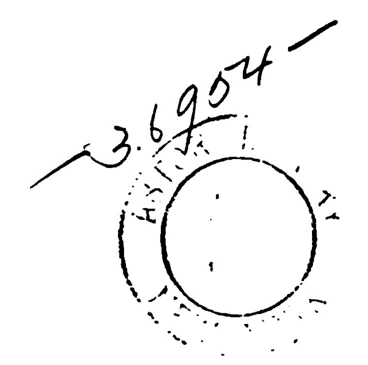
VIERUNDZWANZIGSTER BAND.

MIT 12 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 112 FIGUREN
IM TEXT.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1895.



Inhaltsverzeichniss des vierundzwanzigsten Bandes.

Heft I u. II. (Geschlossen am 5. Oktober 1894.)

Heft III. Geschlossen am 18. Dezember 1894.

Heft IV. (Geschlossen am 16. Februar 1895.)

Heft VI. (Geschlossen am 31. März 1895.)

I. Ueber den Zusammenhang zwischen den krystallographischen Eigenschaften von isomorphen Salzen und dem Atomgewicht der darin enthaltenen Metalle.

Eine vergleichende Untersuchung der normalen Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium.

Von

A. E. Tutton in London.

(Hierzu Tafel I und 12 Textfiguren.)

Die interessanten Beziehungen, welche aus der eingehenden Untersuchung der Kalium-, Rubidium- und Cäsiumsalze der monosymmetrischen Doppelsalze der Reihe $R_2M(SO_4)_2.6H_2O$ abgeleitet wurden (diese Zeitschr. **21**, 491), machten ein ähnliches Studium der einfachen Sulfate dieser Metalle sehr wünschenswerth. Die Untersuchung ist etwas durch die Thatsache erschwert worden, dass die Winkeldifferenzen viel kleiner sind als bei den Doppelsulfaten. Während die Differenzen, welche in letzteren durch die Ersetzung des Kaliums durch Rubidium und dann des Rubidiums durch Cäsium hervorgebracht werden, sehr beträchtlich, häufig einen ganzen Grad überschreitend, gefunden wurden, sind dagegen bei den rhombischen einfachen Sulfaten der drei genannten Metalle die Differenzen nur selten über fünfzehn Minuten, und erreichen nie einen halben Grad. Daher war es besonders nöthig, nur vollkommen reine Salze und Krystalle ganz frei von Wachsthumsfehlern zu untersuchen.

Man sollte glauben, dass diese drei wichtigen Salze seit Langem krystallographisch genau bearbeitet worden seien. Dieses ist aber durchaus nicht der Fall. Die krystallographischen Daten betreffend das schwefelsaure Kalium sind ganz unzulänglich für den vorliegenden Zweck, während die Angaben über das Rubidiumsalz und das Cäsiumsalz nicht allein viel unvollständiger, sondern auch unrichtig sind. Die jetzt angenommenen Axenverhältnisse sind diejenigen für schwefelsaures Kalium von Mitscherlich vom Jahre 1830, die von Bunsen 1861 angegebenen Werthe für Rubidiumsulfat

und diejenigen für Cäsiumsulfat von Topsöe aus Messungen von Lang's 1867 berechnet. Diese Werthe sind die folgenden, in der jetzt gewöhnlich angewandten Ordnung gesetzt:

für K_2SO_4 $a : b : c = 0{,}5727 : 1 : 0{,}7464$,
- Rb_2SO_4 $a : b : c = 0{,}5723 : 1 : 0{,}7522$,
- Cs_2SO_4 $a : b : c = 0{,}5805 : 1 : 0{,}7400$.

Topsöe (Tidsskrift for Physik og Chemi **8**, 5, 193, 321 und **9**, 225) nimmt diese Axenverhältnisse in seiner berühmten Classificirung der isomorphen Reihen an. Man sieht sofort, dass, wenn diese Verhältnisse richtig sind, jede Idee einer Zunahme nach dem Atomgewichte des Metalles aufgegeben werden muss. In Rücksicht auf den entscheidenden Beweis, dass eine solche Zunahme bei den Salzen dieser drei Metalle in der That existirt, welcher durch die Resultate der goniometrischen Untersuchung der oben genannten Doppelsulfate geliefert wurde, war es von der höchsten Wichtigkeit, diese drei einfachen Sulfate ebenfalls einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen. Dass eine Abhängigkeit vom Atomgewichte zu erwarten ist, wird ferner durch die in der letzten Zeit erschienene Arbeit von Muthmann über die Permanganate dieser drei Alkalimetalle angedeutet (diese Zeitschr. **22**, 497).

Die Untersuchung der Doppelsulfate war auf die goniometrischen Beziehungen beschränkt. Die optischen und andere physikalischen Eigenschaften werden jetzt untersucht, und Verf. hofft in Kurzem die Resultate mitzutheilen. Es ergab sich die Nothwendigkeit, um die für die optische Arbeit nothwendigen Platten und Prismen mit grösserer Präcision als bisher herzustellen, ein neues Instrument für diesen Zweck zu construiren. Ein zweites Instrument wurde ferner erdacht, um monochromatisches Licht irgend einer Wellenlänge zu erzeugen, so dass die Beobachtungen für eine grössere Zahl von Wellenlängen als gewöhnlich, und in viel kürzerer Zeit, gemacht werden können, während zugleich das ganze Gesichtsfeld des Beobachtungsinstrumentes gleichmässig, und weit heller als durch das Benutzen von gefärbten Flammen, erleuchtet wurde. Diese zwei Instrumente sind in den Philosophical Trans. of the Royal Soc. (Serie A, 1894) beschrieben worden und eine deutsche Ausgabe dieser Beschreibung wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen. Während der Ausführung dieser Instrumente sind die normalen Sulfate des Kaliums, Rubidiums und Cäsiums einer ausführlichen goniometrischen Untersuchung unterworfen worden, und da die Instrumente fertig gestellt waren, als jene vollendet wurde, hat Verf. die Arbeit über diese drei Salze durch ein ebenso ausführliches Studium der optischen und anderen physikalischen Eigenschaften vervollständigt.

Die reinen angewandten Sulfate bildeten einen Theil des Ausgangsmaterials, welches für die Darstellung der Doppelsulfate beschafft worden

war. Analysen der drei Salze wurden in der vorher erwähnten Mittheilung (S. 492) gegeben. Diese Analysen nebst spectroskopischer Prüfung deuten einen hohen Grad von Reinheit an. Die Salze sind seitdem häufig wieder theilweise umkrystallisirt worden, um die Sicherheit für ihre Reinheit zu erhöhen.

Die spectroskopische Prüfung wurde mit besonderer Sorgfalt vorgenommen. Erdmann hat in der letzten Zeit gezeigt (Archiv der Pharmacie **232**, 1, 10), dass man kleine Spuren des Kaliums in Rubidiumsalzen mit Gewissheit durch Beobachtung der Linien im Roth des Spectrums entdecken kann. Die zwei nahe zusammenliegenden rothen Linien des Kaliums besitzen die Wellenlängen (nach Kayser und Runge) 766,56 und 769,93 m_μ. Die zwei rothen Rubidiumlinien haben die Wellenlängen 781,1 und 795 m_μ. Ein 1—2 % Kalium enthaltendes Rubidiumsalz zeigt, nach Erdmann, die doppelte Kaliumlinie sehr stark und die Rubidiumlinie 781 nur schwach, während die andere Rubidiumlinie ganz fehlt. Ein analytisch reines Salz zeigt die beiden Rubidiumlinien, aber die Kaliumlinie herrscht noch vor. Annähernd reine Rubidiumsalze zeigen vorherrschende Rubidiumlinien, jedoch ist die Kaliumlinie noch sichtbar, während ein absolut reines Rubidiumsalz natürlich keine Spur der Kaliumlinie giebt. Das in dieser Untersuchung angewandte schwefelsaure Rubidium zeigte die zwei erwähnten rothen Linien mit grosser Intensität, aber keine Kaliumlinie. Das schwefelsaure Cäsium gab weder Kalium-, noch Rubidiumlinien, die ganze Reihe der Cäsiumlinien aber war sehr hell.

Löslichkeit der drei Sulfate.

Die drei Salze weichen hinsichtlich ihrer Löslichkeit sehr von einander ab. Schwefelsaures Kalium ist, wie wohl bekannt, ein schwer lösliches Salz. Mulder fand, dass 100 ccm einer bei 10° gesättigten Lösung nur 9,7 g K_2SO_4 enthielten und die Bestimmungen von Bunsen stimmen mit diesem Resultate überein. Schwefelsaures Rubidium ist viel löslicher. Erdmann (loc. cit.) fand in 100 ccm einer bei gewöhnlicher Temperatur gesättigten Lösung 34,4 g Rb_2SO_4; Bunsen (Ann. der Chemie **119**, 110) giebt an, dass es sich in der 2,4fachen Menge seines Gewichtes Wasser bei 7° auflöst. Verf. fand, dass bei 17°,5 100 cm Wasser 44,7 g reines Rb_2SO_4 auflösen, und 100 ccm einer bei dieser Temperatur gesättigten Lösung 44 g des Salzes nach dem Verdunsten zurücklassen. Schwefelsaures Cäsium ist ein sehr lösliches Salz. Bunsen (l. c.) giebt an, dass bei 2° nur 0,63 seines Gewichtes Wasser zur Lösung gebraucht wird. Verf. beobachtete, dass 100 ccm Wasser bei 17°,5 lösen 163,5 g des reinen Salzes, einer Löslichkeit in 0,61 seines Gewichtes Wasser entsprechend, ein Resultat, welches gut mit demjenigen von Bunsen übereinstimmt. Nach dem Verdunsten einer bei dieser Temperatur gesättigten Lösung bleibt eine Menge Cs_2SO_4 zurück, welche 131 g Salz per 100 ccm

Lösung entspricht. Das Volum der gesättigten Lösung ist beinahe genau ein Viertel grösser als dasjenige des für die Lösung gebrauchten Wassers.

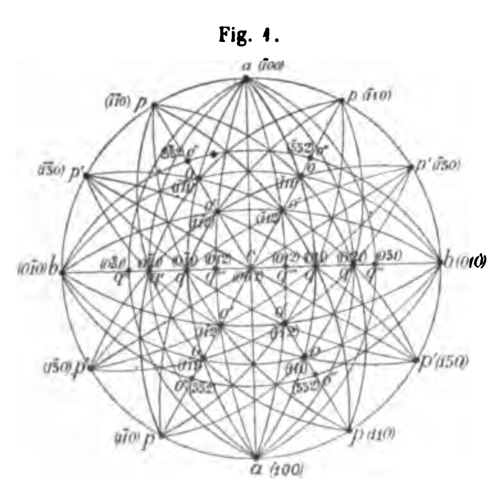
Die Löslichkeiten sind grösser bei höheren Temperaturen, jedoch ist schwefelsaures Kalium selbst bei 100° nur schwach löslich. Cäsiumsulfat löst sich bei 100° in einer sehr grossen Menge auf, um eine sehr schwere Flüssigkeit zu bilden, auch schwefelsaures Rubidium ist mehr löslich als bei der gewöhnlichen Temperatur, behält aber noch seine mittlere Stellung. Was die Löslichkeit der Salze betrifft, kann man daher die folgende Schlussfolgerung ziehen:

Die Löslichkeiten der normalen Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium sind sehr verschieden; schwefelsaures Kalium ist schwer, schwefelsaures Rubidium ziemlich und schwefelsaures Cäsium sehr löslich in Wasser. 100 ccm Wasser bei der gewöhnlichen Temperatur lösen 10 g K_2SO_4, 44 g Rb_2SO_4 und 163 g Cs_2SO_4 auf. Die Löslichkeiten sind grösser bei höheren Temperaturen, aber die mittlere Stellung des Rubidiumsalzes wird bewahrt.

Goniometrische Untersuchung.

Der Isomorphismus der rhombischen Normalsulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium ist ein sehr vollkommener. Dieselben Formen sind an den Krystallen aller drei Salze entwickelt; zwar werden Verschiedenheiten in der relativen Ausbildung der Flächen beobachtet, so dass jedes Salz durch besondere Eigenthümlichkeiten des Habitus charakterisirt ist, doch ist der Unterschied nicht so scharf, als bei den Doppelsulfaten.

Fig. 1.



Die allgemeine Symmetrie der drei Sulfate ist in der sphärischen Projection, Fig. 1, dargestellt.

Die Winkelunterschiede sind so klein, dass eine sphärische Projection in dem gegebenen Maassstabe alle drei Salze genau repräsentirt. Man bemerkt sofort als Hauptzug der Symmetrie die Annäherung an hexagonale Symmetrie. Die Winkel ap, pp' und $p'b$ sind beinahe genau 30°; der Winkel ap ist 12′—16′ weniger als 30° und

der Winkel $p'b$ grösser als 30° um denselben Betrag, während der Winkel pp' bei jedem Salze genau 30° gefunden worden ist.

Schwefelsaures Kalium, K_2SO_4.

Mehrere besonders vortreffliche und passende Krystallisationen dieses Salzes, welche aus sehr glänzenden, ungestreiften und ungekrümmten Individuen bestanden, wurden durch die Methode der langsamen Krystallisation aus kalten Lösungen erhalten. Um diese Lösungen gegen plötzliche Temperaturänderungen und störende atmosphärische Einflüsse zu schützen, wurden sie unter eine grosse Glasglocke gebracht, und die kleinen mit ebenen Böden versehenen Bechergläser, worin die Lösungen enthalten waren, auf schlecht wärmeleitende Stoffe gestellt und mit denselben umgeben. Das langsame Verdunsten geschah bei gewöhnlichem Drucke und wurde durch das Wasseranziehen concentrirter Schwefelsäure hervorgebracht, welche ebenfalls unter der Glocke eingeschlossen wurde.

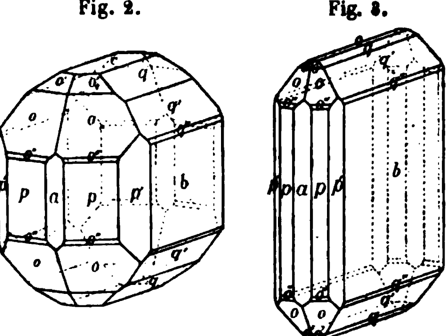
Elf der am besten ausgebildeten flächenreichen Krystalle von bequemer kleiner Grösse wurden aus drei dieser vortrefflichen Krystallisationen ausgewählt und mit grosser Ausführlichkeit gemessen, welche durch die Winkeltabelle angedeutet ist.

Das Axenverhältniss, aus den Messungen berechnet, ist:

$$a : b : c = 0{,}5727 : 1 : 0{,}7418.$$

Der Werth des von Mitscherlich angegebenen Verhältnisses ist 0,5727 : 1 : 0,7464.

Die beobachteten Formen schliessen alle die in der sphärischen Projection angegebenen Formen ein, mit Ausnahme des Brachydomas $q'''\{012\}$. Es sind: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{130\}\infty\breve{P}3$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $q' = \{021\}2\breve{P}\infty$, $q'' = \{031\}3\breve{P}\infty$, $o = \{111\}P$, $o' = \{112\}\frac{1}{2}P$, $o'' = \{332\}\frac{3}{2}P$.



Die Formen q'' und o'' scheinen weder von Mitscherlich, noch von Rammelsberg beobachtet worden zu sein.

Die oben erwähnten Formen waren an den elf gemessenen Krystallen relativ in solcher Weise entwickelt, dass dadurch die vier verschiedenen, in Fig. 2, 3, 4 u. 5 dargestellten Typen des Habitus hervorgebracht wurden. Diese vier Typen charakterisirten auch alle anderen erhaltenen Krystallisationen.

Die Krystalle des ersten Typus zeigen einen kurzprismatischen Habitus, wie er in Fig. 2 dargestellt ist. Die Prismen werden gebildet durch die Flächen des Brachypinakoids $b\{010\}$, welche gewöhnlich sehr vorherrschen, darnach folgen an Wichtigkeit zunächst jene des Brachydomas $q'\{021\}$, ferner des Brachydomas $q\{011\}$ und der Basis $c\{001\}$, welch' letztere zwei Formen gewöhnlich viel schmäler sind. Die Endflächen bestehen aus schmalen Flächen des Makropinakoids $a\{100\}$ und breiteren Flächen des primären Prismas $p\{110\}$ und der prismatischen Form $p'\{130\}$. Von diesen beiden prismatischen Formen herrschen in der Regel die Flächen des primären Prismas vor, doch ist es häufig auch der Fall, dass beide ungefähr gleich gross entwickelt sind. Von den pyramidalen Formen sind die Flächen der primären Pyramide $o\{111\}$ immer gut entwickelt; diejenigen der Pyramide $o'\{112\}$ sind gewöhnlich kleiner, aber immer glänzend und eben. Die Entwickelung des Brachydomas $q''\{031\}$ ist gelegentlich eine gute, während die pyramidale Form $o''\{332\}$ nur selten beobachtet wird und dann immer nur klein und etwas matt ist.

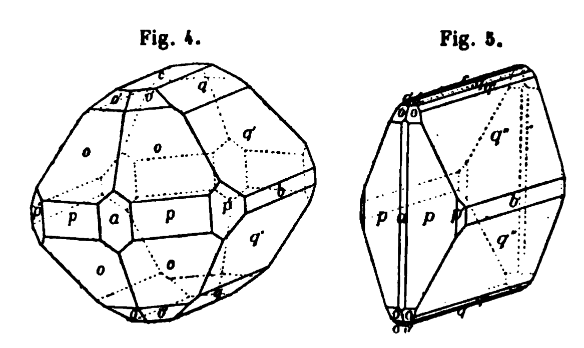


Fig. 4. Fig. 5.

Bei den Krystallen des zweiten, in Fig. 3 repräsentirten Typus herrscht das Brachypinakoid $b\{010\}$ so stark vor, dass der Habitus ein tafelförmiger ist. Die Krystalle dieses Typus bestehen aus dünnen viereckigen Platten, deren Kanten durch die eben erwähnten prismatischen und brachydomatischen Formen abgestumpft und deren Ecken durch dieselben pyramidalen Formen modificirt sind.

Die Krystalle des dritten Typus unterscheiden sich von den eben genannten durch das Vorherrschen der Flächen des Brachydomas $q'\{021\}$, während jene des Brachypinakoids nur in ganz schmalen Streifen, wie in Fig. 4 dargestellt ausgebildet sind. Die Flächen der primären Pyramide $o\{111\}$ sind relativ sehr gross entwickelt, während jene des primären Prismas $p\{110\}$ und des Prismas $p'\{130\}$ zu den relativen Dimensionen herabgehen, welche in der Zeichnung angedeutet sind.

Mehrere der grösseren Krystalle gewisser Krystallisationen zeigten eine ausserordentliche Ausbildung des Brachydomas $q''\{031\}$, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. Diese Krystalle besassen die Gestalt flacher Doppelkeile, häufig verlängert parallel den Keilkanten; ihre Enden wurden hauptsächlich durch die Flächen des primären Prismas $p\{110\}$ gebildet, während die Ecken nur unbedeutend durch kleine Flächen der Pyramide $o\{111\}$ und

$o'\{112\}$ modificirt wurden. Die Flächen der prismatischen Form $p'\{130\}$ und der anderen Brachydomen $q\{011\}$ und $q'\{021\}$ waren alle relativ sehr klein.

Zahlreiche, hexagonalen Pyramiden ähnliche Drillings- oder Zwillingskrystalle wurden ebenfalls beobachtet, deren Zwillingsebene nahezu senkrecht zur Fläche des primären Prismas oder des Prismas $p'\{130\}$ stand, wie dies bereits Mitscherlich und Scacchi beschrieben haben.

Mit Ausnahme der Flächen des Brachydomas $q'\{021\}$ reflectirten die Flächen aller oben beschriebenen, gewöhnlich auftretenden Formen vortreffliche, meistens einfache, sehr helle und vollkommen definirte Signalbilder. Sehr häufig lieferten auch die q'-Flächen ganz tadellose einfache Reflexe, und in solchen Fällen stimmten die gemessenen Winkel in einer zufriedenstellenden Weise mit den berechneten Werthen überein. In anderen Fällen waren diese Flächen etwas gestreift und verzerrt, jedoch wurden dann nur jene Werthe angenommen, deren Unsicherheit ganz unbedeutend war.

Die Resultate der Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ap = (100):(110)$	29	29° 45′ — 29° 52′	29° 48′	29° 48′	0′
$pp' = (110):(130)$	30	29 55 — 30 4	30 0	30 0	0
$p'b = (130):(010)$	32	30 8 — 30 15	30 11	30 12	1
$cq = (001):(011)$	16	36 31 — 36 41	36 36	36 34	2
$qq' = (011):(021)$	16	19 20 — 19 31	19 26	19 27	1
$cq' = (001):(021)$	29	55 55 — 56 9	56 2	56 1	1
$q'q'' = (021):(031)$	7	9 40 — 9 55	9 44	9 47	3
$q''b = (031):(010)$	8	24 7 — 24 19	24 13	24 12	1
$q'b = (021):(010)$	30	33 52 — 34 5	33 59	33 59	0
$ao = (100):(111)$	68	43 45 — 44 0	43 52	*	—
$oq = (111):(011)$	58	46 4 — 46 15	46 8	46 8	0
$ao' = (100):(112)$	27	58 38 — 58 47	58 44	58 44	0
$o'o' = (112):(\bar{1}12)$	7	62 30 — 62 38	62 34	62 32	2
$bo = (010):(111)$	73	65 32 — 65 41	65 36	65 37	1
$oo = (111):(1\bar{1}1)$	33	48 40 — 48 52	48 47	48 46	1
$bo' = (010):(112)$	25	72 38 — 72 48	72 42	72 42	0
$o'o' = (112):(1\bar{1}2)$	7	34 31 — 34 41	34 36	34 36	0
$co' = (001):(112)$	35	36 38 — 36 51	36 45	36 44	1
$o'o = (112):(111)$	37	19 16 — 19 33	19 26	19 27	1
$co = (001):(111)$	80	56 6 — 56 17	56 11	*	—
$oo'' = (111):(332)$	1	—	9 49	9 45	4
$o''p = (332):(110)$	1	—	24 8	24 4	4
$op = (111):(110)$	84	33 42 — 33 57	33 49	33 49	0

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$po = (110):(1\bar{1}1)$	55	65° 2'— 65°13'	65° 9'	65° 8'	1'
$oq' = (1\bar{1}1):(0\bar{2}1)$	45	49 6 — 49 15	49 11	49 12	1
$q'p = (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	49	65 32 — 65 50	65 40	65 40	0
$po' = (110):(1\bar{1}2)$	21	72 19 — 72 27	72 23	72 23	0
$o'q = (1\bar{1}2):(0\bar{1}1)$	15	34 49 — 34 57	34 52	34 50	2
$qp = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	23	72 43 — 72 52	72 46	72 47	1
$p'o = (130):(111)$	46	43 54 — 44 6	43 59	43 59	0
$oo' = (111):(1\bar{1}2)$	23	45 44 — 45 52	45 47	45 47	0
$o'q' = (1\bar{1}2):(0\bar{2}1)$	20	45 53 — 46 7	46 0	46 1	1
$oq' = (111):(0\bar{2}1)$	39	91 38 — 91 55	91 47	91 48	1
$q'p' = (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{3}0)$	42	44 5 — 44 23	44 13	44 13	0
$p'o' = (130):(112)$	19	58 43 — 58 53	58 48	58 48	0
$o'q = (112):(0\bar{1}1)$	12	62 10 — 62 18	62 14	62 12	2
$qp' = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{3}0)$	18	58 55 — 59 1	58 58	59 0	2

Gesammtzahl der Messungen: 1160.

Der merkwürdige Grad der Uebereinstimmung zwischen den Mitteln der beobachteten und den berechneten Werthen rechtfertigt völlig die Ausführlichkeit, womit die goniometrische Untersuchung ausgeführt worden ist. Die ausserordentliche Zahl der Messungen wurde besonders nöthig erachtet in Rücksicht auf die kleinen Winkeldifferenzen, welche zwischen den drei Sulfaten erwartet wurden.

Schwefelsaures Rubidium, Rb_2SO_4.

Das schwefelsaure Rubidium kann man in guten einfachen Krystallen nur aus kaltgesättigten Lösungen erhalten; aus warmen Lösungen krystallisirt es gewöhnlich in federartigen Aggregaten. Fünf Krystallisationen besonders gut ausgebildeter und günstigerweise einfacher Krystalle wurden unter anderen erhalten durch sehr langsames Verdunsten kaltgesättigter Lösungen in der beim schwefelsauren Kalium erwähnten Weise, und hieraus wurden zehn vortrefflich ausgebildete Individuen ausgewählt und zum Messen benutzt.

Das Axenverhältniss, aus den Messungen berechnet, ist:

$$a : b : c = 0,5723 : 1 : 0,7485.$$

Das von Bunsen 1861 angegebene Verhältniss ist 0,5723 : 1 : 0,7522 (Annalen **119**, 110).

Die beobachteten Formen umfassen alle in der sphärischen Projection eingezeichneten Formen mit Ausnahme von $o''\{332\}$ und $q''\{031\}$. Es sind: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}\,0P$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{130\}\infty\breve{P}3$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $q' = \{021\}\,2\breve{P}\infty$, $q''' = \{012\}\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $o = \{111\}P$, $o' = \{112\}\frac{1}{2}P$.

Der Habitus der Krystalle des schwefelsauren Rubidiums weicht beträchtlich von demjenigen der in Figg. 2 und 3 repräsentirten Krystalle des schwefelsauren Kaliums ab und nähert sich mehr demjenigen, welcher in Fig. 1 dargestellt ist. Die Flächen des Brachypinakoids $b\{010\}$ sind nämlich gewöhnlich recht schmal, wie in Fig. 6 dargestellt, während diejenigen des Brachydomas $q'\{021\}$ so stark vorherrschen, dass sie den Krystallen einen prismatischen Habitus verleihen.

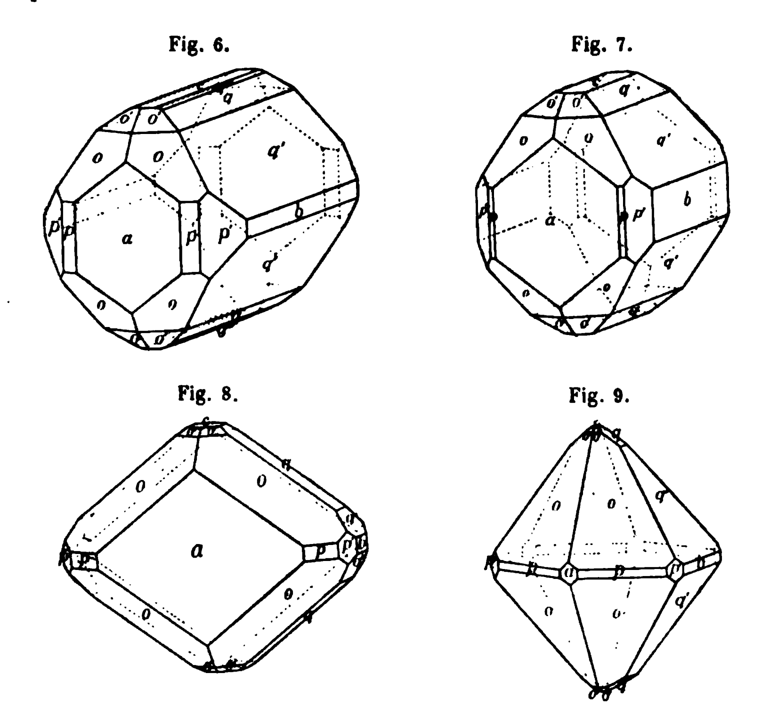


Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Die Enden der Prismen werden durch relativ grosse Flächen des Makropinakoids $a\{100\}$ und kleinere Flächen des Prismas $p'\{130\}$ und der Pyramiden $o\{111\}$ und $o'\{112\}$ gebildet. Das primäre Prisma $p\{110\}$ ist nur selten entwickelt; es wurde gut ausgebildet nur an zwei der gemessenen Krystalle gefunden. Die primäre Pyramide $o\{111\}$ war immer eine wichtige Form, doch waren auch die Flächen der zweiten Pyramide $o'\{112\}$ häufig eben so gross und gelegentlich sie noch übertreffend. Die Basis $c\{001\}$ war in der Regel nur schmal, und die Kanten cq' wurden in der Regel durch gleich schmale Flächen des primären Brachydomas $q\{011\}$ modificirt. An einem Krystalle wurde eine gute Fläche des selten vorhandenen Brachydomas $q'''\{012\}$ beobachtet.

Bei gewissen Krystallisationen waren die Flächen des Brachypinakoids $b\{010\}$ beträchtlich breiter wie in Fig. 7 dargestellt ist. Eine charakteristische

Form des schwefelsauren Rubidiums ist auch in Fig. 8 abgebildet; der Habitus ist derjenige einer flachen Pyramide, auf einer breiten Basis parallel zum Makropinakoid $a\{100\}$ aufgebaut. Wegen der Hinderung durch die Oberfläche des Krystallisationsgefässes wurde das Wachsthum des Krystalles nach unten verzögert, so dass die Pyramidenflächen $o\{111\}$ und $o'\{112\}$ entweder nur an einem Ende der Axe a ausgebildet sind, oder wenigstens nur an diesem eine beträchtliche Entwickelung zeigen. Die Spitze der Pyramide ist gewöhnlich durch eine ziemlich breite Makropinakoidfläche abgestumpft. Gelegentlich trifft man ähnliche flache Pyramiden an, deren Grundflächen aber parallel dem Brachypinakoid $b\{010\}$ oder der Basis $c\{001\}$ sind.

Krystalle des schwefelsauren Rubidiums von noch einem anderen Typus wurden häufig beobachtet. Sie waren anscheinend hexagonale Pyramiden, wie in Fig. 9 gezeichnet ist, und die ausserordentliche Annäherung der Winkel der Prismenzone an 30° nebst der fast übereinstimmenden Grösse der Winkel po und bq' machte es schwer, sie von wahren hexagonalen Pyramiden zu unterscheiden. Diese Gestalt verdanken dieselben der beinahe gleichen Entwickelung der Flächen der primären Pyramide $o\{111\}$ und des Brachydomas $q'\{021\}$, während die o'- und q-Flächen relativ sehr klein sind.

Ausserdem wurden noch Drillingskrystalle beobachtet, ähnlich denen des schwefelsauren Kaliums, deren Zwillingsebene beinahe senkrecht zur primären Prismenfläche war. Häufig bildeten sie vollkommene hexagonale Pyramiden, und die einfachen Krystalle des zuletzt beschriebenen Typus sind sehr schwer von ihnen zu unterscheiden. Messungen der Winkel po und bq' bestimmen die Verschiedenheit, denn die Winkelwerthe weichen 8′ ab, während bei den Drillingskrystallen die entsprechenden Winkelwerthe (in beiden Fällen $= p : o$) natürlich identisch sind. Bei den Drillingskrystallen sind auch die Flächen nicht eben; gewöhnlich zeigen sie eine Grenzlinie längs der Mitte, und die Hälften an verschiedenen Seiten der Verbindungslinie geben verschiedene Signalbilder, da der primäre Prismenwinkel nicht genau 60° ist.

Die Flächen aller oben beschriebenen Formen mit Ausnahme derjenigen des vorherrschenden Brachydomas $q'\{021\}$, dieselbe Form, welche auch beim schwefelsauren Kalium häufig etwas unvollkommen gefunden wurde, gaben meistens vortreffliche, einzelne helle Signalbilder. Die q'-Flächen waren gewöhnlich mehr oder weniger gestreift und lieferten, als sie für die Zone $[cqb]$ justirt wurden, ein Bündel naheliegender Bilder. An mehreren der ausgewählten Krystalle aber waren ganz ebene q'-Flächen vorhanden; diese gaben gute einfache Reflexe und die daraus erhaltenen Winkelwerthe stimmten mit den berechneten und mit dem Mittel aller beobachteten Werthe gut überein.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate der Messungen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ap = (100):(110)$	2	29° 45′ — 29° 46′	29° 46′	29° 47′	1′
$pp' = (110):(130)$	2	30 0 — 30 4	30 2	30 0	2
$ap' = (100):(130)$	21	59 43 — 59 54	59 47	59 47	0
$p'b = (130):(010)$	25	30 10 — 30 17	30 12	30 13	1
$cq''' = (001):(012)$	1	—	20 29	20 31	2
$q'''q = (012):(011)$	1	—	16 18	16 18	0
$cq = (001):(011)$	18	36 44 — 36 55	36 50	36 49	1
$qq' = (011):(021)$	16	19 21 — 19 31	19 26	19 26	0
$cq' = (001):(021)$	29	56 8 — 56 25	56 17	56 15	2
$q'b = (021):(010)$	28	33 33 — 33 53	33 42	33 45	3
$ao = (100):(111)$	64	43 33 — 43 48	43 41	*	—
$oq = (111):(011)$	43	46 10 — 46 24	46 19	46 19	0
$ao' = (100):(112)$	39	58 25 — 58 34	58 30	58 31	1
$o'q''' = (112):(012)$	1	—	31 34	31 29	5
$o'o' = (112):(\bar{1}12)$	12	62 56 — 63 2	62 59	62 58	1
$bo = (010):(111)$	38	65 28 — 65 38	65 33	65 33	0
$oo = (111):(1\bar{1}1)$	17	48 48 — 49 2	48 54	48 54	0
$bo' = (010):(112)$	20	72 32 — 72 42	72 37	72 37	0
$o'o' = (112):(1\bar{1}2)$	13	34 42 — 34 52	34 47	34 46	1
$co' = (001):(112)$	51	36 52 — 37 6	37 0	37 0	0
$o'o = (112):(111)$	42	19 19 — 19 31	19 26	19 26	0
$co = (001):(111)$	62	56 19 — 56 33	56 26	*	—
$op = (111):(110)$	7	33 28 — 33 38	33 34	33 34	0
$oo = (111):(11\bar{1})$	22	67 1 — 67 14	67 8	67 8	0
$po = (110):(1\bar{1}1)$	5	64 59 — 65 5	65 3	65 2	1
$oq' = (1\bar{1}1):(0\bar{2}1)$	19	49 18 — 49 27	49 22	49 22	0
$q'p = (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	5	65 32 — 65 37	65 35	65 36	1
$po' = (110):(1\bar{1}2)$	4	72 12 — 72 19	72 15	72 15	0
$o'q = (1\bar{1}2):(0\bar{1}1)$	10	35 2 — 35 7	35 5	35 4	1
$qp = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	2	72 35 — 72 41	72 38	72 41	3
$p'o = (130):(111)$	36	43 44 — 43 55	43 48	43 49	1
$oo' = (111):(1\bar{1}2)$	23	45 51 — 46 1	45 57	45 55	2
$o'q' = (1\bar{1}2):(0\bar{2}1)$	30	46 6 — 46 16	46 11	46 12	1
$q'p' = (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{3}0)$	45	43 59 — 44 8	44 3	44 4	1

		Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$p'o'$	= (130):(112)	30	58° 31'—58° 40'	58° 35'	58° 35'	0'
$o'q$	= (112):(01̄1)	15	62 35 — 62 41	62 38	62 36	2
qp'	= (01̄1):(1̄3̄0)	22	58 45 — 58 52	58 47	58 49	2

Gesammtzahl der Messungen: 820.

Dieselben Bemerkungen betreffs der günstigen Uebereinstimmung der im Mittel beobachteten und der berechneten Werthe gelten für schwefelsaures Rubidium ganz so wie für das Kaliumsalz.

Schwefelsaures Cäsium, Cs_2SO_4.

Es hat keine Schwierigkeit, scheinbar vortreffliche einzelne Krystalle von schwefelsaurem Cäsium zu erhalten; verzweigte Aggregate wie beim Rubidiumsalze bilden sich gewöhnlich nicht. Die Krystalle wachsen zu einer beträchtlichen Grösse, wenn man sie einige Tage in der Mutterlauge ungestört lässt.

Bei der spectroskopischen Prüfung lassen sich, wie früher erwähnt wurde, keine Spuren von Verunreinigungen entdecken; um über die Reinheit noch grössere Sicherheit zu erhalten, wurden Krystalle für die Messungen nur aus Krystallisationen gewählt, welche mehrfach fractionirt krystallisirt worden waren.

Elf aus fünf solchen verschiedenen Krystallisationen stammende Krystalle wurden in derselben ausführlichen Weise untersucht, wie es bei dem Kaliumsalze der Fall war. Die verhältnissmässig kleinere Gesammtzahl der Messungen an den Krystallen des schwefelsauren Cäsiums ist eine Folge der Thatsache, dass dieselben nicht so flächenreich, wie diejenigen der Sulfate von Kalium und Rubidium sind. Die Gesammtzahl der Messungen ist verhältnissmässig ebenso gross für die vorhandenen Flächen wie bei den zwei anderen Salzen.

Das Axenverhältniss, aus den Messungen berechnet, ist:

$$a : b : c = 0,5712 : 1 : 0,7531.$$

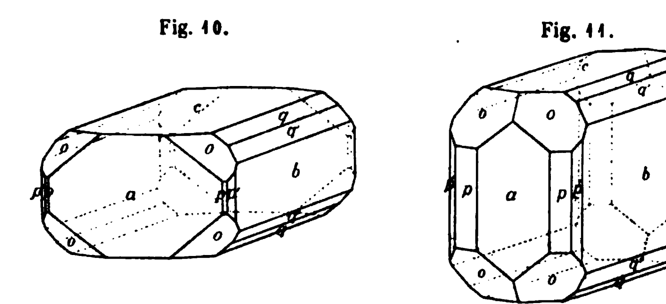
Das aus von Lang's Messungen berechnete Verhältniss, durch Topsöe (loc. cit.) citirt, ist: 0,5805 : 1 : 0,7400.

Die beobachteten Formen sind nicht so zahlreich wie an den Krystallen der Sulfate von Kalium und Rubidium. Die Brachydomen $q''\{031\}$ und $q'''\{012\}$ und die Pyramide $o''\{332\}$ wurden an keinem der elf Krystalle entdeckt. Die vorhandenen Formen sind: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{130\}\infty\breve{P}3$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $q' = \{021\}2\breve{P}\infty$, $o = \{111\}P$, $o' = \{112\}\frac{1}{2}P$.

Die Krystalle des schwefelsauren Cäsiums zeigen gewöhnlich eine viel grössere Ausbildung der Basis $c\{001\}$ als die Krystalle der zwei anderen

Salze. Sie bilden, wie in Fig. 10 dargestellt ist, dicke, rechtwinklige, durch die Flächen der Pinakoide *a*{100} und *b*{010} und der Basis *c*{001} begrenzte Parallelepipede, und die zuletzt erwähnte Form herrscht in

Fig. 10. Fig. 11.



der Regel mehr oder weniger vor, so dass die Krystalle tafelförmig darnach erscheinen. Die Kanten *bc* sind gewöhnlich durch die Brachydomen *q*{011} und *q'*{021} modificirt, deren Flächen ungefähr gleich gross und in der durch die Figur angedeuteten Weite entwickelt sind. Von den beiden prismatischen Formen *p*{110} und *p'*{130} war die letztgenannte beinahe immer durch einige ihrer vier Flächen repräsentirt, während die Flächen des primären Prismas entweder sehr klein waren oder ganz fehlten. Die primären Pyramidenflächen *o*{111} waren die grössten nach den drei oben erwähnten vorherrschenden Ebenen, und modificirten die Ecken der rechtwinkligen Tafeln beträchtlich. Die Krystalle des Cäsiumsalzes unterscheiden sich von denjenigen der zwei anderen Sulfate dadurch, dass sie selten die Flächen der Pyramide *o'*{112} zeigen. Eine kleine Fläche dieser Form wurde jedoch an einem der gemessenen Krystalle entdeckt.

Bei gewissen Krystallisationen wurden Krystalle beobachtet, wofür Fig. 11 typisch ist, und woran die Flächen des Brachypinakoids *b*{010} über diejenigen der Basis *c*{001} vorherrschten, so dass sie einen tafelförmigen Habitus nach einer beim eben beschriebenen gewöhnlichen Falle senkrechten Richtung zeigten. Doch waren die Basis *c*{001} und das Makropinakoid *a*{100} immer wichtige Ebenen, und sehr selten trat die erste Form so stark zurück wie bei den Krystallen der beiden anderen Sulfate.

Wohl definirte Zwillings- oder Drillingskrystalle wurden nicht beobachtet, obgleich zahlreiche Fälle zusammengewachsener Krystalle untersucht wurden.

Die von den kleineren Flächen des Cäsiumsalzes reflectirten Signalbilder waren gewöhnlich nicht so hell und scharf als bei den beiden anderen Salzen, ihrer schlecht spiegelnden Beschaffenheit wegen. Die Zahl der guten und vollkommen zuverlässigen Werthe, welche für mehrere der durch diese Flächen gebildeten Winkel erhalten wurden, ist also kleiner als bei schwefelsaurem Kalium und Rubidium. Die angenommenen Werthe wurden nur von gewissen gut spiegelnden Flächen der ausgewählten ausnahmweise gut

ausgebildeten Krystallen geliefert und sind ganz frei von Ungewissheit. Die grösseren Flächen gaben in der Regel vortreffliche einfache Reflexe.

Die Resultate der Messungen sind unten tabellarisch zusammengestellt.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ap = (100):(110)$	6	29°42′—29°49′	29°45′	29°44′	1′
$pp' = (110):(130)$	5	29 56 — 30 3	30 0	30 0	0
$ap' = (100):(130)$	15	59 39 — 59 53	59 45	59 44	1
$p'b = (130):(010)$	16	30 10 — 30 18	30 15	30 16	1
$cq = (001):(011)$	33	36 50 — 37 10	36 59	36 59	0
$qq' = (011):(021)$	18	19 14 — 19 38	19 25	19 26	1
$cq' = (001):(021)$	22	56 20 — 56 30	56 25	56 25	0
$q'b = (021):(010)$	25	33 21 — 33 41	33 34	33 35	1
$ao = (100):(111)$	67	43 24 — 43 36	43 31	*	—
$oq = (111):(011)$	59	46 23 — 46 35	46 28	46 29	1
$ao' = (100):(112)$	—	—	—	58 19	—
$o'o' = (112):(\bar{1}12)$	—	—	—	63 22	—
$bo = (010):(111)$	51	65 27 — 65 39	65 31	65 32	1
$oo = (111):(1\bar{1}1)$	20	48 51 — 49 3	48 57	48 56	1
$bo' = (010):(112)$	—	—	—	72 33	—
$o'o' = (112):(1\bar{1}2)$	—	—	—	34 54	—
$co' = (001):(112)$	1	—	37 10	37 13	3
$o'o = (112):(111)$	1	—	19 20	19 25	5
$co = (001):(111)$	73	56 27 — 56 49	56 38	*	—
$op = (111):(110)$	20	33 10 — 33 28	33 21	33 22	1
$oo = (111):(11\bar{1})$	33	66 34 — 66 53	66 44	66 44	0
$po = (110):(1\bar{1}1)$	6	64 48 — 64 58	64 52	64 54	2
$oq' = (1\bar{1}1):(0\bar{2}1)$	13	49 26 — 49 35	49 30	49 30	0
$q'p = (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	4	65 34 — 65 42	65 36	65 36	0
$po' = (110):(1\bar{1}2)$	—	—	—	72 7	—
$o'q = (1\bar{1}2):(0\bar{1}1)$	—	—	—	35 15	—
$qp = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	2	72 35 — 72 41	72 38	72 38	0
$p'o = (130):(111)$	13	43 32 — 43 46	43 39	43 40	1
$oo' = (111):(1\bar{1}2)$	—	—	—	46 1	—
$o'q' = (1\bar{1}2):(0\bar{2}1)$	—	—	—	46 20	—
$oq' = (111):(0\bar{2}1)$	8	92 17 — 92 26	92 22	92 21	1
$q'p' = (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{3}0)$	10	43 55 — 44 8	44 1	43 59	2
$p'o' = (130):(112)$	—	—	—	58 25	—
$o'q = (112):(0\bar{1}1)$	—	—	—	62 53	—
$qp' = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{3}0)$	7	58 40 — 58 46	58 43	58 42	1

Gesammtzahl der Messungen: 528.

Der Grad der Uebereinstimmung zwischen den mittleren beobachteten und den berechneten Werthen ist wieder zufriedenstellend, und man darf daher mit Vertrauen zu einer Vergleichung der analogen Winkel der drei Sulfate übergehen.

Vergleichung der Grössen der Winkel der drei Salze.

In der folgenden Tabelle sind die respectiven Werthe analoger Winkel der drei Salze verglichen.

	Schwefelsaures Kalium:	Diff.:	Schwefelsaures Rubidium:	Diff.:	Schwefelsaures Cäsium:
$ap = (100):(110)$	29° 48′	— 1′	29° 47′	— 3′	29° 44′
$pp' = (110):(130)$	30 0	0	30 0	0	30 0
$p'b = (130):(010)$	30 12	+ 1	30 13	+ 3	30 16
$cq''' = (001):(012)$	20 21	+10	20 31	+ 7	20 38
$q'''q = (012):(011)$	16 13	+ 5	16 18	+ 3	16 21
$cq = (001):(011)$	36 34	+15	36 49	+10	36 59
$qq' = (011):(021)$	19 27	— 1	19 26	0	19 26
$q'q'' = (021):(031)$	9 47	— 2	9 45	— 3	9 42
$q''b = (031):(010)$	24 12	—12	24 0	— 7	23 53
$q'b = (021):(010)$	33 59	—14	33 45	—10	33 35
$ao = (100):(111)$	43 52	—11	43 41	—10	43 31
$oq = (111):(011)$	46 8	+11	46 19	+10	46 29
$ao' = (100):(112)$	58 44	—13	58 31	—12	58 19
$o'o' = (112):(\bar{1}12)$	62 32	+26	62 58	+24	63 22
$bo = (010):(111)$	65 37	— 4	65 33	— 1	65 32
$oo = (111):(1\bar{1}1)$	48 46	+ 8	48 54	+ 2	48 56
$bo' = (010):(112)$	72 42	— 5	72 37	— 4	72 33
$o'o' = (112):(1\bar{1}2)$	34 36	+10	34 46	+ 8	34 54
$co' = (001):(112)$	36 44	+16	37 0	+13	37 13
$o'o = (112):(111)$	19 27	— 1	19 26	— 1	19 25
$co = (001):(111)$	56 11	+15	56 26	+12	56 38
$oo'' = (111):(332)$	9 45	— 3	9 42	— 2	9 40
$o''p = (332):(110)$	24 4	—12	23 52	—10	23 42
$op = (111):(110)$	33 49	—15	33 34	—12	33 22
$po = (110):(1\bar{1}1)$	65 8	— 6	65 2	— 8	64 54
$oq' = (1\bar{1}1):(0\bar{2}1)$	49 12	+10	49 22	+ 8	49 30
$q'p = (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	65 40	— 4	65 36	0	65 36
$po' = (110):(1\bar{1}2)$	72 23	— 8	72 15	— 8	72 7
$o'q = (1\bar{1}2):(0\bar{1}1)$	34 50	+14	35 4	+11	35 15
$qp = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	72 47	— 6	72 41	— 3	72 38

	Schwefelsaures Kalium:	Diff.:	Schwefelsaures Rubidium:	Diff.:	Schwefelsaures Cäsium:
$p'o = (130):(111)$	43° 59′	—10′	43° 49′	— 9′	43° 40′
$oo' = (111):(1\bar{1}2)$	45 47	+ 8	45 55	+ 6	46 1
$o'q' = (1\bar{1}2):(0\bar{2}1)$	46 1	+11	46 12	+ 8	46 20
$q'p' = (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{3}0)$	44 13	— 9	44 4	— 5	43 59
$p'o' = (130):(112)$	58 48	—13	58 35	—10	58 25
$o'q = (112):(0\bar{1}1)$	62 12	+24	62 36	+17	62 53
$qp' = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{3}0)$	59 0	—11	58 49	— 7	58 42

Hieraus ergeben sich die folgenden interessanten Thatsachen:

Die Werthe aller Winkel des Rubidiumsalzes liegen ohne Ausnahme zwischen den Werthen der analogen Winkel des Kalium- und des Cäsiumsalzes.

Die Differenzen zwischen den Grössen analoger Winkel bei diesen drei rhombischen normalen Sulfaten sind viel kleiner als diejenigen, welche bei den Kalium resp. Rubidium und Cäsium enthaltenden Doppelsulfaten beobachtet worden sind. Die Differenzen sind zu klein, um einen definitiven Schluss zu gestatten über die Beziehung der Differenzen zwischen dem Kaliumsalz und dem Rubidiumsalz einerseits und zwischen dem Rubidiumsalz und dem Cäsiumsalz andererseits; die Werthe beim Rubidiumsalze scheinen im Durchschnitte aber näher dem Mittel derjenigen der zwei anderen Salze zu liegen, als es bei den Doppelsulfaten beobachtet wurde.

Es wird also eine Zunahme in den Grössen der Winkel der Krystalle der normalen Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium, entsprechend der Zunahme im Atomgewichte des darin enthaltenden Metalles, durch die Ersetzung des Kaliums durch Rubidium und dann des Rubidiums durch Cäsium hervorgebracht.

Vergleichung der Axenverhältnisse.

Die aus den Messungen berechneten Axenverhältnisse sind folgende:

für K_2SO_4 $a:b:c = 0{,}5727:1:0{,}7418$
- Rb_2SO_4 $a:b:c = 0{,}5723:1:0{,}7485$
- Cs_2SO_4 $a:b:c = 0{,}5712:1:0{,}7531$.

Daraus folgt:

Die Axenverhältnisse für Rubidiumsulfat liegen zwischen denjenigen für Kaliumsulfat und resp. Cäsiumsulfat.

Das Verhältniss der Länge der Axe a zu derjenigen der Axe b nimmt ab, aber nur sehr wenig, wenn Kalium durch Rubidium oder Rubidium durch Cäsium ersetzt wird, während das Verhältniss der Verticalaxe c zur Axe b beträchtlich zunimmt.

Es giebt also eine wahre Zunahme in den Axenverhältnissen, welche am meisten hervortritt bei dem Verhältnisse $\frac{c}{b}$, und welche der Zunahme im Atomgewichte des in dem Salze enthaltenen Metalles entspricht.

Beziehungen des Habitus.

Obgleich die Krystalle der drei Sulfate so ähnlich sind, dass man von jedem der Salze Individuen finden kann, welche allen durch die Figuren repräsentirten Arten der Entwickelung entsprechen, so wird doch jedes der drei Salze durch vorherrschende Eigenthümlichkeiten des Habitus charakterisirt. Zum Beispiel: Kaliumsulfat ist durch die relativ grosse Entwickelung des Brachypinakoids $b\{010\}$ und das verhältnissmässige Zurücktreten des Makropinakoids $a\{100\}$ und der Basis $c\{001\}$ charakterisirt, wie durch den sehr häufig vorkommenden in Fig. 3 dargestellten Typus erläutert wird. Dem Rubidiumsulfat ist eigenthümlich, dass es eine viel grössere Entwickelung des Makropinakoids, eine etwas grössere der Basis und eine viel kleinere Ausbildung des Brachypinakoids als schwefelsaures Kalium zeigt. Die relativ kleine Grösse der Basis und des Brachypinakoids verursacht eine entsprechende Zunahme der brachydomatischen Formen, insbesondere von $q'\{021\}$. Diese Eigenthümlichkeit ist klar aus Fig. 7 ersichtlich. Cäsiumsulfat ist durch die ausnahmsweise Entwickelung der Basis charakterisirt, wie aus Fig. 10 hervorgeht, sowie durch die grosse Ausbildung des Makropinakoids.

Es sind also die drei Salze durch die relative Entwickelung der Basis und des Makropinakoids charakterisirt. Beim Kaliumsalz ist die erste sehr klein, beim Rubidiumsulfat ist sie etwas grösser und beim Cäsiumsalz ist die Basis vorherrschend. Beim Kaliumsulfat ist das Makropinakoid sehr schmal, beim Rubidiumsalz ist es die charakterisirende Form, aber durch die grosse Entwickelung der Pyramidenflächen etwas verringert und beim Cäsiumsulfat, bei welchem die letztgenannten Flächen ganz unbedeutend sind, bildet das Makropinakoid das breite Ende des Krystalles. Ausserdem ist die mittlere Stellung des Rubidiumsalzes klar durch die Thatsache angedeutet, dass, während bei den Sulfaten des Kaliums und des Cäsiums ein mehr oder weniger tafelförmiger Habitus sich entwickelt, in Folge des Vorherrschens des Brachypinakoids beim ersten und der Basis beim letzten Salz, diese Formen beim Rubidiumsalz gewöhnlich relativ unbedeutend werden, und durch die grosse Entwickelung des Brachydomas $q'\{021\}$ ein domatisch-prismatischer Habitus bedingt wird. In Rücksicht also auf die relative Ausbildung der

Basis und des Makropinakoids ist es augenscheinlich, dass ein regelmässiges Fortschreiten vom Kalium- zum Rubidiumsalz und vom Rubidium- zum Cäsiumsalz beobachtet wird. Diese Beobachtungen kann man wie folgt zusammenfassen:

Die Krystalle der rhombischen Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium nähern sich im Habitus einander mehr als die der Doppelsulfate. Die vorherrschenden relativen Beträge der Entwickelung der primären Flächen aber deuten ein Fortschreiten von dem Kalium- durch das Rubidium- zum Cäsiumsalz an, d. h. dem Fortschreiten des Atomgewichtes des darin enthaltenen Metalles entsprechend.

Es mag hier bemerkt werden, und später wird sich dies als eine wichtige Thatsache erweisen, dass keine anderen Flächen in der Zone, welche die Basis und das Makropinakoid enthält, ausser jenen Flächen selbst, je entdeckt worden sind.

Veränderung der Winkel durch Temperaturerhöhung.

Eine Reihe von Messungen sind bei gewöhnlicher Temperatur (18°—20°) und bei 120° nach einander ausgeführt worden, um ganz gewiss zu sein, dass die aus der goniometrischen Untersuchung gezogenen Schlussfolgerungen nicht von dem Umstande abhängig sind, dass die Beobachtungen bei gewöhnlicher Temperatur gemacht wurden. Zu diesen Beobachtungen wurde das Fuess'sche Goniometer Modell Nr. 1 benutzt und dazu solche Krystalle der drei Sulfate ausgewählt, welche vortreffliche einfache Signalbilder von den Flächen $a\{100\}$ und $p\{110\}$, oder $p\{110\}$ und $b\{010\}$ lieferten, welche den Winkel ap oder bp und folglich das Verhältniss $a:b$ bestimmen. Auf gleiche Weise wurde der Winkel cq mit Hülfe vortrefflicher Flächen der Basis $c\{001\}$ und des Brachydomas $q\{011\}$ bestimmt, um das Verhältniss $c:b$ zu liefern.

Die in diesen Winkeln durch ungleiche Ausdehnung des Krystalles längs der krystallographischen Axen hervorgebrachten Veränderungen sind äusserst klein, entschieden grösser aber für den Winkel cq als für den Winkel ap. Die Veränderung irgend eines Winkels geschieht bei allen Salzen in derselben Richtung, die beiden Winkel ap und cq nehmen zu, wenn ein Krystall derselben erwärmt wird, so dass die beiden Verhältnisse $a:b$ und $c:b$ entsprechend zunehmen. Der Betrag der Zunahme des Winkels ap, wenn der Krystall von 20° auf 120° erhitzt wird, ist weniger als eine Minute und ungefähr 45″, einer Zunahme des Verhältnisses $a:b$ von nicht mehr als drei Einheiten der vierten Decimale entsprechend. Die Zunahme des Winkels cq unter gleichen Umständen ist beträchtlicher und beträgt ungefähr 1,′5, einer Zunahme des Verhältnisses $c:b$ von ungefähr 0,0007 entsprechend. Die Differenzen zwischen den Beträgen der Verän-

derung für die drei Salze fallen innerhalb der Fehlergrenzen, denn sie sind geringer als die Differenzen, welche sich für einen und denselben Winkel ergeben, wenn er an verschiedenen Krystallen beobachtet wird. Aus diesen Thatsachen kann man wie folgt schliessen:

Die Schlussfolgerungen aus der Vergleichung der Grössen der Winkel und der Axenverhältnisse der Krystalle dieser drei Sulfate sind von der Temperatur ganz unabhängig, denn die kleinen Veränderungen, welche durch Temperaturänderungen hervorgebracht werden, geschehen in derselben Richtung bei jedem Salze. Die Wirkung einer Temperaturerhöhung von 100° auf die Axenverhältnisse besteht bei allen Salzen in einer Zunahme des Verhältnisses $a:b$ um nicht mehr als 0,0003 und des Verhältnisses $c:b$ um ungefähr 0,0007; die Beziehungen zwischen den drei Salzen bleiben also unverändert.

Die Spaltbarkeit der drei Sulfate.

Schwefelsaures Kalium besitzt, wie seit Langem bekannt ist, zwei Spaltungsrichtungen, parallel zum Brachypinakoid $b\{010\}$ und zur Basis $c\{001\}$, welche als »nicht vollkommen« angegeben werden. Eine grosse Zahl von Krystallen der Sulfate des Rubidiums und Cäsiums sind im Laufe dieser Arbeit auf ihre Spaltbarkeit untersucht und die Thatsache festgestellt worden, dass dieselben zwei Spaltungsrichtungen den drei Salzen gemeinschaftlich sind. Unter keinen Umständen wurde ein Bruch parallel dem Makropinakoid oder den prismatischen, domatischen oder pyramidalen Formen erhalten. Die Spaltbarkeit in der Richtung des Brachypinakoids ist entschieden vollkommener als diejenige in der Richtung der Basis; die Krystalle spalten indessen ziemlich leicht in beiden Richtungen, während sie grossen Widerstand parallel zum Makropinakoid darbieten und eventuell nach einer unebenen Fläche brechen.

Daher kann man sagen:

Die Spaltungsrichtungen der drei Sulfate sind identisch, nämlich parallel dem Brachypinakoid und der Basis. Keine der Spaltbarkeiten ist sehr vollkommen, doch entsteht diejenige parallel dem Brachypinakoid am leichtesten von beiden.

Untersuchung über die Volumbeziehungen.

Die specifischen Gewichte der drei Sulfate.

Das specifische Gewicht des schwefelsauren Kaliums ist häufig Gegenstand der Untersuchung gewesen. Unter den früheren Bestimmungen sind diejenigen von Joule und Playfair, Schiff, Karsten, Filhol, Spring

und Schröder zu nennen. In den Jahren 1872 und 1876 hat Pettersson eine umfassende Untersuchung der Molekularvolumina vieler schwefelsaurer und selensaurer Salze ausgeführt (Nova Acta R. Soc. Scient. Upsaliensis 1873 [3], **9**, fasc. 1 und 1876 [3], **10**, fasc. 2); unter anderen wurden die Volumina der Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium bestimmt, und die Werthe von Pettersson sind jetzt allgemein angenommen. Die Hauptresultate Pettersson's wurden auch in den Berichten der deutsch. chem. Ges. (1876, **9**, 1559) mitgetheilt; die ausführliche Beschreibung ist aber nur in den obengenannten Upsala Nova Acta zu finden. Arzruni, in seiner vortrefflichen, in der letzten Zeit herausgegebenen Abhandlung über die »Physikalische Chemie der Krystalle«, sagt, dass er letztere nicht bekommen konnte und legt natürlich sämmtlichen Pettersson'schen Zahlen denselben Werth bei. Verf. hat in der Bibliothek des »British Museum« Dessen Originalmittheilungen gefunden und darin die folgenden Worte Pettersson's, betreffend die Bestimmung des spec. Gew. des schwefelsauren Cäsiums: »Das schwefelsaure Cäsium war nicht vollkommen rein, denn bei der spectroskopischen Prüfung zeigte sich auch eine schwache Rubidiumlinie. Die ausserordentlich geringe Menge des Materials machte es unmöglich, dasselbe vorher zu reinigen und gestattete nur eine Bestimmung des specifischen Gewichtes.« Ausserdem wurden nur zwei Bestimmungen des specifischen Gewichtes des schwefelsauren Rubidiums gemacht und mit so kleiner Menge Material (1,9926 und 1,1628 g), dass genaue Resultate kaum erhalten werden konnten. Es war daher sehr nöthig, die specifischen Gewichte dieser Salze wieder zu bestimmen. Der Verf. führte deshalb eine Reihe solcher Bestimmungen aus, und zog auch das schwefelsaure Kalium in die Untersuchung, um die drei specifischen Gewichte streng vergleichbar zu machen. Retgers hat in der letzten Zeit für das specifische Gewicht des schwefelsauren Kaliums den Werth 2,666 erhalten, ein Resultat, welches ziemlich gut mit den Pettersson'schen Werthen 2,667, 2,669 und 2,660 übereinstimmt; einige frühere Beobachter aber hatten niedrigere Werthe erhalten, z. B. Spring 2,656, Wise 2,653 und Schröder 2,658. Aus einer anderen Bestimmung hat Spring den Werth 2,660 erhalten.

Die Bestimmungen sind mit zwei Arten von Pyknometern ausgeführt worden. Das eine war eine modificirte Form des gewöhnlichen Pyknometers von ungefähr 10 ccm Inhalt. Diese Art Pyknometer verdankt der Verf. seinem geehrten Collegen, Herrn Chapman Jones, welchem für seine gütige Erlaubniss dasselbe zu gebrauchen und seinen geschätzten Rath Verf. besten Dank sagt. Der Rand des Halses wurde bis zur Zone der vollkommenen Berührung mit dem Stöpsel abgeschliffen, dann wurde er schräg geschliffen und eine Glaskappe über beide, Stöpsel und Hals, angepasst und auf dem schrägen Rande des letzteren zur vollkommenen Berührung geschliffen. Um die Kappe in Berührung mit dem Halse zu erhalten, wurde

ein kleines Gestell aus Messingdraht construirt. Der Draht wurde erstens schneckenförmig in zwei naheliegende Ringe gebogen, den niedrigeren Ring konnte man auf die Wagschale setzen, während der obere die Kugel des Pyknometers stützte; der Draht wurde dann vertical aufwärts gebogen und ein wenig unter der Höhe des oberen Stöpselendes wurde er zu einer horizontalen Schlinge gebogen, um auf den Stöpsel wie eine Springfeder zu drücken und denselben dicht an das Pyknometer anliegend zu erhalten und also alles Verdunsten entweder durch die Capillare des Stöpsels oder durch den Hals zu verhindern. Wenn der Draht gut lackirt ist, so bleibt das Gewicht eines solchen Standes für lange Zeit unverändert. Die Bestimmungen wurden doppelt, mit zwei ähnlichen Pyknometern, bei der Temperatur von 20° gemacht. Ein drittes grösseres Pyknometer, von 30 ccm Inhalt, wurde zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der angewandten Flüssigkeit benutzt. Die grösste Vorsicht wurde angewendet, um die Temperatur von 20° genau durch ein geschütztes Wasserbad zu erreichen und alle Wägungen unter gleichen Oberflächenbedingungen zu machen; die Wägungen wurden natürlich für verdrängte Luft corrigirt.

Die andere Form des Pyknometers ist die von Muthmann ersonnene. Die Beschreibung seines Pyknometers wurde dem Verf. von Herrn Dr. Muthmann privatim mitgetheilt nebst sämmtlichen Einzelheiten seiner Arbeitsmethode. Das Wesentliche der Methode, welches Verf. durch die Gefälligkeit und auf Wunsch des Herrn Dr. Muthmann in den Stand gesetzt ist mitzutheilen, ist, dass der durchbohrte Stöpsel zu einem zweimal gebogenen Capillarrohre verlängert wird, wovon das Ende unter der Oberfläche einer kleinen Menge der in den Bestimmungen angewandten Flüssigkeit bis zur Zeit des Wägens eingetaucht wird.

Die angewandte Flüssigkeit war Tetrachlorkohlenstoff, von welchem Muthmann gefunden hat, dass es die anorganischen Salze am wenigsten von allen anwendbaren Flüssigkeiten auflöst und auch sehr bequem ist seiner hohen Dichtigkeit wegen. Das schwere Jodmethylen wurde auch für die zwei schwereren Salze benutzt, aber nicht passend gefunden, da es eine kleine Auflösungswirkung ausübte, und ungefähr ein Procent zu hohe Zahlen erhalten wurden. Terpentinöl wurde für eine Reihe von Bestimmungen gebraucht, welche, wie später zu beschreiben ist, bei einer höheren Temperatur wiederholt wurden, weil dieses mit Tetrachlorkohlenstoff seines niedrigen Siedepunktes wegen unmöglich ist. Das Salz wurde in jedem Falle im Zustande feinsten Pulvers benutzt, erhalten durch Zerreiben der durchsichtigsten Krystalle in einem Achatmörser. Um alle Spuren von Feuchtigkeit auszutreiben, welche durch kleine Einschlüsse der Mutterlauge verursacht waren, wurde das Pulver während einiger Stunden in einem Luftbade auf 110°—120° erhitzt, eine Vorsicht, welche sehr nothwendig ist. Die eingeschlossene Luft wurde extrahirt, nachdem das Salz im Pyknometer mit

Flüssigkeit bedeckt war, durch Evacuiren mit einer Sprengelpumpe und sanftes Klopfen entfernt. Der Inhalt der Pyknometer wurde vorher mit grösster Vorsicht durch wiederholte Wägung mit reinem gasfreien Wasser bestimmt.

Die Resultate der Bestimmungen sind unten zusammengestellt. Die bei verschiedenen Bestimmungen benutzten Proben gehörten verschiedenen Krystallisationen an. Die erste nach der Methode von Muthmann ausgeführte Reihe wurde bei 14°,75 gemacht, weil eine niedrige Temperatur vortheilhaft bei dieser Methode ist. Die Resultate für diese Reihe wurden auf 20° corrigirt durch Benutzen der später anzugebenden Ausdehnungscoëfficienten.

Specifisches Gewicht von schwefelsaurem Kalium bei 20°.

Angewandte Methode:	Gebrauchte Flüssigkeit:	Menge des Salzes (g):		Spec. Gew. bei 20°
Pyknomet. mit Kappe	Tetrachlorkohlenst.	4,4516		2,6659
-	-	5,2624		2,6609
- (grossem Inhalt)	Terpentinöl	19,1356		2,6660
Methode von Muthm.	Tetrachlorkohlenst.	7,2834	2,6648 bei 14°,75	2,6630
-	-	6,3147	2,6640 -	2,6622
-	-	7,6748		2,6617
-	-	6,5019		2,6631

Mittel von 7 Bestimmungen des spec. Gewichtes K_2SO_4 bei $\frac{20^0}{aq\ 4^0}$ 2,6633

Specifisches Gewicht von schwefelsaurem Rubidium bei 20°.

Angewandte Methode:	Gebrauchte Flüssigkeit:	Menge des Salzes (g):		Spec. Gew. bei 20°
Pyknomet. mit Kappe	Tetrachlorkohlenst.	6,9676		3,6150
-	-	7,4668		3,6094
-	Terpentinöl	10,7690		3,6128
Methode von Muthm.	Tetrachlorkohlenst.	7,1384	3,6155 bei 14°,75	3,6132
-	-	7,2337	3,6094 -	3,6071
-	-	6,2758		3,6144
-	-	7,0490		3,6073

Mittel von 7 Bestimmungen des spec. Gewichtes Rb_2SO_4 bei $\frac{20^0}{aq\ 4^0}$ 3,6113

Specifisches Gewicht von schwefelsaurem Cäsium bei 20°.

Angewandte Methode:	Gebrauchte Flüssigkeit:	Menge des Salzes (g):	Spec. Gew. bei 20°
Pyknomet. mit Kappe	Tetrachlorkohlenst.	9,5749	4,2411
-	-	5,5173	4,2458
-	Terpentinöl	12,4937	4,2433

Angewandte Methode:	Gebrauchte Flüssigkeit:	Menge des Salzes (g):		Spec. Gew. bei 20°
Methode von Muthm.	Tetrachlorkohlenst.	9,5117	4,2487 bei 14°,75	4,2459
-	-	8,0768	4,2460 -	4,2432
-	-	4,5809		4,2412
Mittel von 6 Bestimmungen des spec. Gewichtes Cs_2SO_4 bei $\frac{20^0}{\text{aq } 4^0}$				4,2434

Das Resultat für K_2SO_4 ist ungefähr das Mittel der von anderen Beobachtern erhaltenen Werthe. Der Werth für Rb_2SO_4 ist beträchtlich niedriger als die Zahlen (3,638 und 3,640 auf 20° corrigirt), welche Pettersson mit 1,16 und 1,99 g Material erhielt. Der Werth für Cs_2SO_4 ist viel höher als derjenige (4,105 bei 19°,2) von Pettersson, welcher mit nur 1,0925 g unreinen Materials, wie vorher erwähnt, erhalten wurde.

Kubische Ausdehnungscoëfficienten der drei Salze.

Um die specifischen Gewichte bei höheren Temperaturen berechnen zu können, sind eine Reihe Bestimmungen bei 60° ausgeführt worden, und zwar ist Terpentinöl als die bequemste Flüssigkeit zu diesem Zwecke gefunden worden, wie Joule und Playfair (Quart. Journ. Chem. Soc. **1**, 121) auch seit Langem beobachtet haben. Da die Resultate der bei 20° mit Terpentinöl ausgeführten Bestimmungen so gut mit den mit Tetrachlorkohlenstoff erhaltenen Werthen übereinstimmen, kann irgend eine wahrnehmbare Wirkung auf die Salze nicht ausgeübt worden sein. Des hohen Siedepunktes wegen, 158°—160°, ist es sehr bequem für Bestimmungen bei höheren als gewöhnlichen Temperaturen. Eine doppelte Bestimmung seiner Dichtigkeit bei 60° war vorher ausgeführt worden. Die folgenden Resultate wurden erhalten:

	Spec. Gew. bei 20°/4°	Spec. Gew. bei 60°/4°	Differenz für 40°	Kub. Ausdehnungscoëffic. für 40°
K_2SO_4	2,6660	2,6521	0,0139	0,0053
Rb_2SO_4	3,6128	3,5943	0,0185	0,0052
Cs_2SO_4	4,2433	4,2218	0,0215	0,0051

Die Ausdehnungscoëfficienten scheinen also praktisch identisch zu sein, denn die Differenz 0,0002 ist ungefähr die Fehlergrenze. Die vortreffliche Methode von Fizeau und Benoît, die linearen Ausdehnungscoëfficienten zu bestimmen, ist hier nicht anwendbar der relativ grossen und dicken dazu nothwendigen Krystallplatten wegen. Die mikroskopische von Schrauf beschriebene Methode (diese Zeitschr. **9**, 433 und **12**, 321) wurde mit Hülfe eines ähnlichen Fuess'schen Mikroskops versucht; es betrugen aber die äusserst kleinen Differenzen weniger als die Messungsfehler, wenn ein Tischerhitzungsapparat gebraucht wurde.

Aus den durch die Messungen der Winkelabweichungen bei 120° und den Bestimmungen der kubischen Ausdehnungscoëfficienten gelieferten Daten, vorausgesetzt dass die Krystalle innerhalb der Fehlergrenzen sich gleich ausdehnen, ist es möglich, die lineare Ausdehnung parallel den Richtungen der drei krystallographischen Axen zu berechnen.

Die kubische Ausdehnung e (alle Glieder von höherer als erster Ordnung ausgeschlossen) ist:

$$e = \lambda_a + \lambda_b + \lambda_c .$$

Der Werth von e für 100°, aus dem Mittelwerthe (0,0052) für 40° berechnet, ist 0,0130. Joule und Playfair fanden 0,0107 für K_2SO_4, aber sie brauchten kleine Krystalle anstatt Krystallpulver und ihr Werth für das specifische Gewicht war viel niedriger, 2,656 bei 4°, als der vom Verf. erhaltene.

Es ist gezeigt worden, dass eine Temperaturerhöhung von 100° eine Zunahme des Verhältnisses $a : b$ von nicht mehr als 0,0003 bewirkt und eine ähnliche Veränderung des Verhältnisses $c : b$ von ungefähr 0,0007. Daher sind die Differenzen der Ausdehnungen:

$$\lambda_a - \lambda_b = \frac{0,0003}{0,5727} = 0,00052$$

$$\lambda_c - \lambda_b = \frac{0,0007}{0,7418} = 0,00094$$

wenn die Axenverhältnisse des Kaliumsalzes benutzt werden. Identische Werthe werden erhalten, wenn die Zahlen für das Rubidiumsalz gebraucht werden, und die Werthe weichen nur um 0,00001 ab, wenn die Verhältnisse des Cäsiumsalzes angewandt werden.

Aus den drei Gleichungen:

$$\lambda_a + \lambda_b + \lambda_c = 0,0130$$
$$\lambda_a - \lambda_b = 0,00052$$
$$\lambda_c - \lambda_b = 0,00094$$

werden die mittleren Linearausdehnungen der drei Salze wie folgt gefunden:

$$\lambda_a = 0,00437$$
$$\lambda_b = 0,00385$$
$$\lambda_c = 0,00479 .$$

Es scheint daher, dass die Krystalle der drei Salze sich durch Erhitzen am meisten längs der Verticalaxe c ausdehnen, und am wenigsten in der Richtung der Makrodiagonalaxe b. Es ist wahrscheinlich, dass die Ausdehnungen längs der Axen a und b noch näher gleich sind als durch die obigen Zahlen dargestellt ist; denn die Veränderung des Verhältnisses $a : b$ war wahrscheinlich niedriger als 0,0003.

Die Thatsache, dass die Krystalle sich so viel mehr längs der Verticalaxe als in der Richtung der zwei seitlichen Axen ausdehnen, wird sich später als in inniger Beziehung zu der durch Temperaturerhöhung bewirkten Veränderung der optischen Elasticität stehend erweisen. Denn die grösste Zunahme der optischen Elasticität findet ebenfalls in der Richtung der Verticalaxe statt, und die kleineren Veränderungen längs der zwei anderen Axen sind nahezu gleich. Es geht aus den festgestellten Beziehungen der optischen Elasticität hervor, dass, wenn man die thermischen Ausdehnungen der drei Salze auch mit Genauigkeit bestimmen könnte, sie aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls ein ähnliches Fortschreiten nach der Ordnung des Atomgewichtes des in dem Salze enthaltenen Metalles darstellen würden.

Nach der Beendigung dieser Untersuchung wurde die Aufmerksamkeit des Verfs. auf eine Mittheilung Spring's über die Ausdehnung der Sulfate des Kaliums und Rubidiums gelenkt. Spring hat eine Reihe sorgfältiger Bestimmungen dieser Constanten bis 100° ausgeführt mittelst eines Gewichtsthermometers und mit Olivenöl als Flüssigkeit. Sein Werth für die kubische Ausdehnung des schwefelsauren Kaliums für 100° ist 0,0126, sehr nahe der oben gegebenen Zahl. Sein Werth für schwefelsaures Rubidium aber ist etwas niedriger, 0,0111 und sein Werth des specifischen Gewichtes dieses Salzes bei 20° ist 3,6367, etwas höher als das des Verfs. Betreffend der Reinheit des angewandten Salzes sind keine Data gegeben. Verf. hat die Absicht, eine weitere Reihe der Bestimmungen für das grössere Intervall von 100° nach der Spring'sche Methode auszuführen.

Die Molekularvolumina der drei Sulfate.

Die Molekularvolumina $\frac{M}{d}$ der drei Salze, aus den specifischen Gewichten bei 20° berechnet, sind die folgenden:

für K_2SO_4 $\frac{M}{d} = \frac{174}{2,6633} = 65,33$

Differenz 8,44

für Rb_2SO_4 $\frac{M}{d} = \frac{266,4}{3,6113} = 73,77$

Differenz 11,40

für Cs_2SO_4 $\frac{M}{d} = \frac{361,4}{4,2434} = 85,17$

Die von Pettersson gegebenen Molekularvolumina waren 65,37, 73,27 und 88,1. Der Irrthum bei seiner Bestimmung des specifischen Gewichtes des schwefelsauren Cäsiums führt also einen Fehler von drei Einheiten im Molekularvolum ein. Die von Pettersson angedeutete Thatsache, dass die Ersetzung von Rubidium durch Cäsium von einer viel grösseren Volumveränderung begleitet wird, als wenn Kalium durch Rubidium ersetzt wird,

ist ganz richtig; der Betrag der Differenz aber ist nicht so gross wie von Pettersson angegeben, denn das Verhältniss ist 8,4 zu 11,4 anstatt 7,9 zu 14,8.

Die hauptsächlichen, die Volumina der Salze betreffenden Schlussfolgerungen kann man wie folgt zusammenstellen:

Die specifischen Gewichte der normalen Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium, bei 20° mit Wasser von 4° verglichen, sind 2,6633 resp. 3,6113 und 4,2434.

Die Molekularvolumina der drei Salze sind 65,33 resp. 73,77 und 85,17. Eine grössere Volumzunahme begleitet die Ersetzung des Rubidiums durch Cäsium, als sie beobachtet wird, wenn Kalium durch Rubidium ersetzt wird, und das Verhältniss der respectiven Veränderungen ist 11,4 zu 8,4.

Die Dichtigkeiten der drei Sulfate nehmen im Verhältniss ihrer numerischen Werthe ab, wenn man ihre Temperatur erhöht. Bei 60° sind die specifischen Gewichte, mit Wasser bei 4° verglichen, 2,6521 resp. 3,5943 und 4,2218; die Differenzen für 40° Temperaturerhöhung sind 0,0139 resp. 0,0185 und 0,0215. Die aus diesen Daten berechneten kubischen Ausdehnungscoëfficienten für 100° sind beinahe identisch, 0,0133 resp. 0,0130 und 0,0128; diese kleinen Differenzen aber sind ungefähr die Fehlergrenzen.

Die Coëfficienten der linearen Ausdehnung längs der drei Axenrichtungen sind auch so nahe identisch, dass die Unterschiede zwischen denjenigen längs analoger Richtungen bei irgend zwei Salzen innerhalb der Fehlergrenzen fallen. Es ist jedoch festgestellt, dass bei jedem Salze die grösste Ausdehnung in die Richtung der Verticalaxe *c* fällt.

Relative Grösse und Natur des Krystallelementes.

Eine wichtige Mittheilung ist in der letzten Zeit von Muthmann publicirt worden (diese Zeitschr. 22, 497). Es wurde darin gezeigt, dass die Molekularvolumina einer Reihe krystallisirter Substanzen von ähnlicher Zusammensetzung nur die relativen Volumina der chemischen Moleküle repräsentiren können, wenn 1) die physikalischen Moleküle, aus denen die Krystalle aufgebaut sind, aus gleich vielen chemischen Molekülen bestehen, 2) die Zwischenräume, welche sich zwischen den chemischen Molekülen im Krystallbausteine befinden, in dem gleichen Verhältnisse zu einander stehen, wie die Volumina der chemischen Moleküle selbst, und 3) wenn dasselbe für die Zwischenräume zwischen den Krystallbausteinen im Krystalle gilt. Die erste Bedingung wird augenscheinlich durch streng isomorphe Substanzen, wie die Normalsulfate von Kalium, Rubidium und

Cäsium und die diese Metalle enthaltenden Doppelsulfate erfüllt. Die Molekularvolumina liefern daher, obgleich sie wahrscheinlich nicht die relativen Volumina der physikalischen Moleküle darstellen, unserer Unwissenheit über die Bedingungen 2) und 3) wegen, relative Maasse des Volums des Elementarparallelepipeds von Bravais und Sohncke, welches durch Verbindung der Mittelpunkte anliegender Krystallelemente (Krystallbausteine) gebildet wird. Ausserdem werden die Seiten und die Höhe dieses Elementarparallelepipeds im Verhältniss der Axen des Krystallelements sein, d. h. in dem gewöhnlichen krystallographischen Axenverhältnisse stehen. Folglich kann man durch Verbindung der Molekularvolumina mit den Axenverhältnissen die relativen Entfernungen der Krystallelemente längs der drei Axenrichtungen direct berechnen. Fedorow hat bewiesen, wie Muthmann bemerkt, dass die Symmetrieebenen der Krystalle immer Netzebenen in den Raumgittern entsprechen und mithin sind die Axen beim rhombischen Systeme immer mit Punkten besetzte Richtungen. Ein rechtwinkliges Parallelepiped, dessen Seiten im Verhältnisse der krystallographischen Axen stehen und dessen Inhalt bei den verschiedenen Gliedern der Reihe dem Molekularvolum proportional ist, wird also das Elementarparallelepiped der Krystallstructur repräsentiren.

Einige Monate vor dem Erscheinen der Mittheilung von Muthmann und kurz nach der Herausgabe der Arbeit des Verfs. über die Doppelsulfate ist die Idee der Verbindung der Axenverhältnisse mit den Molekularvolumina, um relative Maasse der wahren Axenverhältnisse des Krystallelemente zu erhalten, dem Verf. in einem freundlichen Briefe von Herrn Prof. Becke in Prag mitgetheilt worden. Darnach ist, wenn V das Volum des Elementarparallelepipeds, p das Molekulargewicht des Salzes, s sein specifisches Gewicht und a_0, b_0, c_0 die Länge der Kanten repräsentiren:

$$V = \frac{p}{s} = a_0 \cdot b_0 \cdot c_0 \sin\beta ,$$

wenn das Parallelepiped monokline Symmetrie besitzt, wie im Falle der Doppelsulfate.

Ferner:

$$a_0 : b_0 : c_0 = a : 1 : c \text{ (das gewöhnliche Axenverhältniss)} .$$

Dividirt man die erste Gleichung durch $b_0{}^3$, so hat man:

$$\frac{V}{b_0{}^3} = \frac{a_0}{b_0} \cdot \frac{b_0}{b_0} \cdot \frac{c_0}{b_0} \cdot \sin\beta = ac \sin\beta , \quad \text{weil } \frac{a_0}{b_0} = a \text{ und } \frac{c_0}{b_0} = c .$$

Daher ist:

$$b_0 = \sqrt[3]{\frac{V}{ac \sin\beta}}$$

$$a_0 = ab_0 = \sqrt[3]{\frac{a^2 V}{c \sin\beta}}$$

$$c_0 = c b_0 = \sqrt[3]{\frac{c^2 V}{a \sin\beta}}.$$

Die Werthe von a_0, b_0 und c_0 für die verschiedenen Salze der isomorphen Reihe werden natürlich verschieden sein, und diese verschiedenen Werthe werden die Axenverhältnisse der Krystallelemente der Salze repräsentiren.

Wenn man diese Formeln der rechtwinkligen Natur der rhombischen Symmetrie anpasst, so hat man:

$$a_0 = \sqrt[3]{\frac{a^2 V}{c}}, \quad b_0 = \sqrt[3]{\frac{V}{ac}} \text{ und } c_0 = \sqrt[3]{\frac{c^2 V}{a}}.$$

Diese Ausdrücke für die elementaren Axenverhältnisse sind mit denjenigen von Muthmann aus anderen Betrachtungen abgeleiteten identisch. Muthmann benutzt die drei letzten Buchstaben des griechischen Alphabets χ, ψ, ω anstatt a_0, b_0, c_0, und nennt die drei Werthe das topische Axenverhältniss der Substanz.

Wenn man die topischen Axenverhältnisse der Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium aus den vorher gegebenen Axenverhältnissen und Molekularvolumina berechnet, so erhält man die folgenden Werthe:

	χ		: ψ		: ω	
K_2SO_4	3,0683		: 5,3575		: 3,9742	
		Diff. 1157		Diff. 2061		Diff. 1901
Rb_2SO_4	3,1840		: 5,5636		: 4,1643	
		Diff. 1452		Diff. 2648		Diff. 2251
Cs_2SO_4	3,3292		: 5,8284		: 4,3894	

Es geht direct aus diesen Werthen hervor, dass die Entfernungen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt anliegender Krystallelemente längs der Axenrichtungen des Rubidiumsalzes zwischen denjenigen anliegender physikalischer Moleküle der Salze von Kalium und Cäsium liegen. Die obigen Zahlen sind etwas ähnlich denjenigen, welche Muthmann für die Permanganate derselben drei Metalle gefunden hat; die Ordnung der Differenzen aber ist verschieden, der verschiedenen Natur der Salze wegen. Der grösste Betrag der Aenderung in den Entfernungen der Krystallelemente findet längs der Richtung der b-Axe statt, und diejenige längs der c-Axe ist nur wenig niedriger, während es viel weniger Zunahme des Betrags der Entfernung in der Richtung der Axe a giebt.

Verf. kann keine Ursache sehen, warum die obigen topischen Axenverhältnisse nicht in ihrer einfachsten Form ausgedrückt werden sollen, und zieht daher vor, mit dem Werthe von ψ für das Kaliumsalz zu dividiren. Die topischen Verhältnisse des Kaliumsalzes sind dann mit den krystallographischen Axenverhältnissen identisch, und die Beziehungen aller so er-

haltenen Zahlen sind genau dieselben wie die durch die grösseren Zahlen ausgedrückten. Die so erhaltenen topischen Axenverhältnisse sind:

	χ		: ψ		: ω	
K_2SO_4	0,5727		: 1		: 0,7418	
		Diff. 216		Diff. 385		Diff. 355
Rb_2SO_4	0,5943		: 1,0385		: 0,7773	
		Diff. 271		Diff. 494		Diff. 420
Cs_2SO_4	0,6214		: 1,0879		: 0,8193	

Die folgende Schlussfolgerung kann man jetzt über die topischen Axenverhältnisse ziehen:

Die topischen Axenverhältnisse der normalen Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium deuten an, dass die Ersetzung des Kaliums durch Rubidium und des Rubidiums durch Cäsium mit einer Zunahme der Entfernung der Krystallelemente längs jeder der Axenrichtungen begleitet ist, der Zunahme des Molekularvolums entsprechend, und diese Zunahme ist relativ viel grösser, wenn Rubidium durch Cäsium ersetzt wird, als wenn Kalium durch Rubidium ersetzt wird. Der Betrag der Zunahme variirt in den drei Hauptrichtungen; er ist am grössten in der Richtung der b-Axe und am kleinsten längs der a-Axe, während der Betrag der Zunahme in der Richtung der Verticalaxe c beinahe gleich dem Maximum längs der Axe b ist.

Es wird später gezeigt werden, bei der Vergleichung dieser Veränderungen mit den Aenderungen der optischen Elasticität, dass die Zunahme längs der Axen a und b beinahe genau im Verhältnisse der Längen jener Axen steht, während die Zunahme längs der c-Axe sehr viel grösser im Verhältniss zu deren Länge ist.

Die Fragen nach der Natur des Elementarparallelepipeds der Reihe und der Structur des Krystallelements können jetzt betrachtet werden. Die erste kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit mit Rücksicht auf die Spaltbarkeit und den relativen Inhalt der primären Flächen beantworten. Denn die Lehre der Bravais-Sohncke'schen Theorie ist, wie Muthmann andeutet, dass die Spaltungsebenen diejenigen von grösster Punktdichtigkeit und daher diejenigen sind, worin die Elementarparallelogramme den kleinsten Inhalt besitzen, und auch dass Flächen am leichtesten parallel zu Ebenen von grösster Punktdichtigkeit entwickelt werden. Die Spaltungsrichtungen der drei Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium sind parallel dem Brachypinakoid $b\{010\}$ und der Basis $c\{001\}$ und diejenige parallel der ersten Richtung ist die vollkommenste. Daher würde man erwarten, dass der Inhalt des Brachypinakoids am kleinsten und derjenige der Basis nur

etwas grösser gefunden werden würde; dieses ist genau der Fall. Der Inhalt des Brachypinakoids ist $ac = 0,57 \times 0,74$; derjenige der Basis ist $ab = 0,57 \times 1,0$, etwas grösser als derjenige des Brachypinakoids, während das Makropinakoid, parallel welchem keine Spaltbarkeit beobachtet wurde, den noch grösseren Inhalt $0,74 \times 1,0$ besitzt. Ausserdem zeigt das primäre Prisma $p\{110\}$, dessen Flächen die Seiten des Elementarparallelepipeds sein würden, wenn das rhombische Raumgittersystem gilt, den grössten Inhalt $\sqrt{a^2 + b^2} \times c = 1,125 \times 0,74$. Demnach ist eine weit grössere Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden, dass das Raumgittersystem der Normalsulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium dasjenige des rechtwinkligen rhombischen Prismas ist, als dasjenige des Prismas mit rhombischer Basis. Es ist interessant für die Theorie, dass keine Flächen in der Zone des Makropinakoids a und der Basis c, die Ebenen von grösstem und mittlerem Inhalt, ausser jenen Flächen selbst, je entdeckt worden sind.

Muthmann geht noch einen Schritt weiter; er vermuthet, dass das Krystallelement (der Krystallbaustein) dieselbe Symmetrie wie der Krystall selbst besitzt. Diese Annahme hat ohne Zweifel sehr viel Wahrscheinliches für sich. Wenn sie richtig ist, würde sie natürlich eine Raumgitterstructur bedingen, denn die Krystallelemente würden alle parallel zu einander und symmetrisch nach derselben Axenrichtung geordnet sein. Es ist gewiss von Bedeutung, dass die Ersetzung eines Alkalimetalles durch ein anderes bei den vorliegenden Sulfaten immer Veränderungen in denselben besonderen Richtungen verursacht. Es ist gezeigt worden, dass die b- und c-Axen beinahe dieselben Veränderungen erleiden, von viel grösserem Betrage als die Veränderung in der Richtung der a-Axe. Es ist aber schwer zu verstehen, warum diese örtliche (localisirte) Veränderung vorkommt, wenn es nicht ist, weil die in den chemischen Molekülen erhaltenen metallischen Atome den zwei Axen näher stehen, welche die grösste Veränderung erleiden. Bei den Permanganaten schliesst Muthmann, dass die Veränderungen der topischen Axenverhältnisse am besten durch die Voraussetzung erklärt werden, dass jedes physikalische Molekül aus vier chemischen Molekülen aufgebaut wird. Wenn die Voraussetzung Muthmann's richtig ist, dann muss eine ähnliche Voraussetzung für die Sulfate gelten. In diesem Falle giebt es zwei metallische Atome im chemischen Molekül und die topischen Verhältnisse für zwei Axen zeigen beträchtliche Veränderung. Die genaue Natur dieser Veränderungen kann man durch die Annahme erklären, dass eines der zwei Atome jedes chemischen Moleküls in der Ebene ab und näher zu b, und das andere in der Ebene bc und näher zu c gelagert ist. Eine solche Orientirung würde mit der Thatsache übereinstimmen, dass die grösste Veränderung in der Richtung der b-Axe, eine etwas kleinere, aber noch relativ grosse Veränderung längs der c-Axe und eine verhältnissmässig kleine, aber noch bemerkbare in der Richtung der a-Axe vorkommt. Wenn

nun das Krystallelement rhombische Symmetrie betreffs der Anordnung der darin enthaltenden chemischen Moleküle wie der Krystall selbst besitzt, eine Voraussetzung, welche weiter unterstützt wird durch noch später in dieser Mittheilung anzustellende optische Betrachtungen, muss jedes von diesen zwei Atomen viermal, rhombischer Symmetrie zufolge, wiederholt werden. Daher muss das physikalische Molekül aus vier chemischen Molekülen, symmetrisch in Bezug auf die drei Symmetrieebenen, aufgebaut sein.

Die Untersuchung der Volumbeziehungen kann jetzt mit der folgenden Darlegung beschlossen werden:

Die Spaltungsrichtungen, die Ebenen von kleinstem Inhalt, sowie die Häufigkeit der an den Krystallen beobachteten Formen deuten an, dass das Elementarparallelepiped der Reihe ein rechtwinkliges rhombisches Prisma ist. Wenn es wahr ist, dass die Anordnung der in dem physikalischen Molekül enthaltenen chemischen Moleküle dieselbe Symmetrie, wie der Krystall selbst besitzt, so kann die Veränderung der topischen Axenverhältnisse völlig aus der Voraussetzung erklärt werden, dass das Krystallelement der Reihe aus vier chemischen Molekülen aufgebaut wird, wovon die Atome oder Gruppen symmetrisch in Bezug auf die drei Ebenen der rhombischen Symmetrie angeordnet sind.

Optische Untersuchung.

Die optischen Constanten des schwefelsauren Kaliums sind früher von Topsöe und Christiansen bestimmt worden (Ann. Chim. Phys. 1874 [5], 1, 46). Diejenigen der Sulfate von Rubidium und Cäsium fehlen ganz, denn es existiren nur Angaben über die Orientirung der optischen Axen und die Natur der Doppelbrechung, welche von Lang mitgetheilt hat (Sitzungsber. der Wien. Akad. 55, 2, 415) und welche für das schwefelsaure Rubidium mit den Resultaten des Verfs. nicht ganz im Einklange sind.

Der Charakter der vorliegenden optischen Untersuchung unterscheidet sich von den bisherigen durch die viel verbesserte Methode, die nothwendigen Schnittplatten und Prismen herzustellen, welche durch die Anwendung des genauen Schleifapparates geleistet wird, welchen Verf. in der letzten Zeit beschrieben hat (Phil. Trans. Royal Society 1894, Serie A). Durch die Benutzung des neuen Apparates, welcher ein genaues Goniometer mit einem Schleif- und Polirapparat vereinigt, kann man Platten oder Prismen in den gewünschten Richtungen schleifen mit einer Genauigkeit der Orientirung innerhalb 10′; daher kann man immer die Regel befolgen, Prismen zu benutzen, deren Flächen symmetrisch zu den optischen Hauptschnitten sind und deren Kanten parallel einer Hauptschwingungsrichtung liegen. Bei optisch-zweiaxigen Krystallen werden bekanntlich alle drei

Brechungsexponenten durch die Benutzung zweier solcher Prismen bestimmt, und einer davon doppelt. Ausserdem sind die so hergestellten Oberflächen so genau eben und so hoch polirt, dass Deckgläser gewöhnlich ganz unnöthig sind. Die durch diese Oberflächen gelieferten Bilder des Goniometer- oder Spectrometerspaltes sind immer hell und einfach. Durch eine empfindliche Vorrichtung wurde auch dafür gesorgt, dass der Druck des Krystalles auf die Schleifscheibe während der Arbeit geändert werden konnte, so dass ein Krystall sehr selten zerbricht. Es ist ferner auch ein Mittel beigegeben, um eine zweite Oberfläche genau parallel zur ersten zu schleifen, wodurch man eine planparallele Schnittplatte erhalten kann genau senkrecht zu einer Mittellinie, sodass die durch solche Schnittplatten gesehenen Interferenzfiguren immer genau symmetrisch zum Centrum des Gesichtsfeldes erscheinen.

Die Beobachtungen sind für mehr Wellenlängen als gewöhnlich ausgeführt worden. Dieses ist durch die Benutzung des neuen »Apparat zur Erzeugung des monochromatischen Lichtes«, welcher ebenfalls in einer demnächst erscheinenden Mittheilung in den Philosophical Transactions of the Royal Society 1894, Serie A beschrieben worden ist, erreicht worden. Mit diesem Apparate kann man das ganze Gesichtsfeld des Axenwinkelapparates gleichförmig hell erleuchten mit Lichtstrahlen von nur sehr wenig verschiedener Wellenlänge. Das durch brennendes Sauerstoffleuchtgas erzeugte Kalklicht wurde bei dieser Untersuchung als Lichtquelle gebraucht, um sehr enge Spalte anwenden zu können, so dass der Monochromatismus ein sehr angenähert vollkommener war. Den Wechsel von einer Wellenlänge zu einer anderen kann man so leicht und schnell ausführen, dass man Beobachtungen für sechs Wellenlängen in sehr kurzer Zeit vollenden kann, was besonders bequem ist bei Beobachtungen in höheren Temperaturen, wo es schwer ist, die Temperatur während langer Zeit constant zu erhalten. Der Apparat liefert viel bessere Resultate als diejenigen, welche durch die Benutzung gefärbter Flammen erhalten werden; die Beleuchtung des Gesichtsfeldes des Polariskops, wenn man die Interferenzfiguren im convergenten Lichte studirt, und des Bildes des Websky'schen Spaltes, wenn man Brechungsexponenten mit Prismen bestimmt, ist viel heller und ermöglicht, dass man genauere Einstellungen der Hyperbeln der ersten oder des engen mittleren Theiles der letzten auf das Fadenkreuz erlangen kann.

Die Krystalle der Sulfate des Kaliums, Rubidiums und Cäsiums zeigen nur sehr schwache Doppelbrechung, so dass relativ dicke Platten nöthig sind, um gut definirte Interferenzcurven im convergenten Lichte zu erhalten. Bei den Sulfaten des Kaliums und Cäsiums sind Platten von wenigstens 2 mm Dicke nothwendig, um kleine Ringe um die optischen Axen hervorzubringen, während vom schwefelsauren Rubidium eine Platte von nur wenig unter einem Centimeter Dicke unentbehrlich ist für die

Erzeugung einer ähnlich gut definirten Figur. Die optischen Eigenschaften des schwefelsauren Rubidiums sind zwar scheinbar ungewöhnlich und ganz verschieden von denjenigen der zwei anderen Sulfate, und es war nur durch beträchtliche Fortschritte in der optischen Untersuchung möglich, die Ursache davon zu entdecken und die interessante Thatsache festzustellen, dass diese Eigenthümlichkeiten Bedingungen einer gesetzmässigen Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von den Atomgewichten der in den Salzen enthaltenen Metalle sind.

Es sollen nun zunächst die Resultate der ausführlichen optischen Untersuchung des schwefelsauren Kaliums und Cäsiums und nachher diejenigen des schwefelsauren Rubidiums beschrieben werden.

Optische Eigenschaften des schwefelsauren Kaliums.

Die Ebene der optischen Axen ist, wie seit langem bekannt, das Makropinakoid $a\{100\}$. Die erste Mittellinie ist die krystallographische Axe c. Die Axen und die sie umgebenden Ringe und Lemniscaten werden durch eine 2 mm dicke Platte parallel der Basis $c\{001\}$ beobachtet. Die Doppelbrechung ist positiv. Also ist die Axe c (erste Mittellinie) die Axe $\mathfrak{c}$ der kleinsten optischen Elasticität; die Axe b (zweite Mittellinie) ist die Axe $\mathfrak{a}$ die der grössten Elasticität; und die Axe a die Axe $\mathfrak{b}$ der mittleren Elasticität, nach dem Schema von Topsöe und Christiansen, wobei $\mathfrak{a}, \mathfrak{b}, \mathfrak{c}$ die optischen Elasticitätsaxen repräsentiren, wenn $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$.

Bestimmungen der Brechungsexponenten. Die drei Brechungsexponenten α, β, γ (wo $\alpha < \beta < \gamma$) sind bestimmt worden mittelst vortrefflicher Prismen, welche genau in den theoretisch wünschenswerthen Richtungen mit dem neuen Apparate geschliffen und polirt wurden. Jedes Prisma war durch ebene Flächen, genau symmetrisch zu einem optischen Hauptschnitte, gebildet, und die brechende Kante war einer optischen Elasticitätsaxe genau parallel. Elf solche Prismen, mit der grössten Vorsicht hergestellt, wurden ungedeckt benutzt. Die polirten Flächen reflectirten helle und einfache Bilder des Spaltes und in jedem Falle wurden ein Paar heller und scharf definirter, gebrochener Bilder, den zwei Brechungsexponenten entsprechend, erhalten. Die elf Prismen waren aus fünf verschiedenen gut ausgebildeten, mehreren Krystallisationen entnommenen Krystallen geschliffen, welche etwas grösser waren, als die bei der goniometrischen Untersuchung angewandten Krystalle. Ein paar Prismen (in einem Falle drei Prismen) wurden aus demselben Krystalle in solchen Richtungen geschliffen, dass alle drei Brechungsexponenten mittelst derselben bestimmt wurden, und einer davon natürlich doppelt, weil eine Schwingungsrichtung zweien Prismen gemeinschaftlich war. Also sind fünf vollkommen unabhängige Reihen Brechungsexponenten erhalten worden, deren Mittelwerthe wahrscheinlich so nahe der Wahrheit sind, wie experimentell

erreichbar ist. Die Messungen der Prismenwinkel, welche sehr nahe 60° waren, und die Bestimmungen der Minimalablenkung mit Hülfe des neuen Apparates für monochromatisches Licht sind genau so ausgeführt worden, wie in der vorher erwähnten Mittheilung über den genannten Apparat und seinen Gebrauch beschrieben ist.

Die Resultate sind nebenstehend tabellarisch zusammengestellt.

Allgemeine Formel für die Brechungsexponenten des schwefelsauren Kaliums. Die Brechungsexponenten der Krystalle des schwefelsauren Kaliums mögen durch die folgende Formel ausgedrückt werden. Sie ist erhalten worden durch Verbindung der drei Gleichungen, welche durch Einsetzung der beobachteten Werthe der Brechungsexponenten und der entsprechenden Wellenlängen für rothes Licht der *C*-Linie, gelbes der *D*-Linie und Licht derselben Wellenlänge wie diejenige der grünen Thalliumlinie in die Formel von Cauchy gebildet worden sind. Benutzt wurden die Indices β und gefunden, dass α und γ gleich gut durch die Formel ausgedrückt werden, wenn die Constante A um 0,0012 vermindert und um 0,0026 vermehrt wird. Bei der Berechnung der Constanten sind die Mittel der beobachteten Werthe für die Luftbrechung corrigirt worden, indem man zum beobachteten Werthe 0,0004 hinzufügte, so dass die Formel die wahren Brechungsexponenten im Vacuum ausdrückt; ausserdem sind nur die in Betracht kommenden ganzen Zahlen der Wellenlängen, 6562, 5892 und 5348, gebraucht worden.

$$\mu_{K_2SO_4} = \left.\begin{matrix} \alpha\ 1,4831 \\ \beta\ 1,4843 \\ \gamma\ 1,4869 \end{matrix}\right\} + \frac{417\ 458}{\lambda^2} - \frac{1\ 474\ 690\ 000\ 000}{\lambda^4} + \cdots .$$

Die Formel reproducirt die beobachteten Werthe mit grosser Genauigkeit; die berechneten Werthe für *G*-Licht sind nur 4—6 Einheiten in der vierten Decimalstelle von den beobachteten entfernt (+ 0,0004 für Vacuumcorrection), und diejenigen für den heller leuchtenden Theil des Spectrums werden ganz genau wiedergegeben.

Bestimmungen der Brechungsexponenten bei höheren Temperaturen. Eine Reihe von Bestimmungen der Brechungsexponenten sind für Temperaturintervalle von 40° bis zu 180° ausgeführt worden. Hierzu wurde das grosse Goniometer, Nr. 1, mit dem zugehörigen Erhitzungsapparate gebraucht. Solche Untersuchungen werden durch den neuen Apparat für monochromatisches Licht sehr erleichtert, denn man kann eine Reihe von Bestimmungen mit fünf Wellenlängen nebst Messungen des Prismenwinkels in wenigen Minuten ausführen, während welcher Zeit es nicht schwer ist die Temperatur constant zu erhalten. Die Bestimmungen wurden mit zwei der besten Prismen gemacht. Die Werthe für *G*-Licht

Brechungsexponenten des schwefelsauren Kaliums.

Index	Natur des Lichtes	Krystall 1, 3 Prismen	Krystall 2, 2 Prismen	Krystall 3, 2 Prismen	Krystall 4, 2 Prismen	Krystall 5, 2 Prismen	Mittelwerthe von 11 Prismen
α Schwingungsrichtung parallel Axe *b*	*Li*	1,4915	1,4910	1,4915	1,4913	1,4908	**1,4912**
	C	1,4917	1,4914	1,4919	1,4917	1,4912	**1,4916**
	Na	1,4936	1,4933	1,4938	1,4937	1,4931	**1,4935**
	Tl	1,4956	1,4954	1,4957	1,4956	1,4953	**1,4955**
	F	1,4982	1,4979	1,4985	1,4984	1,4978	**1,4982**
	G	1,5010	1,5010	1,5010	1,5012	1,5016	**1,5012**
β Schwingungsrichtung parallel Axe *a*	*Li*	1,4924	1,4922	1,4923	1,4924	1,4925	**1,4924**
	C	1,4928	1,4926	1,4927	1,4928	1,4929	**1,4928**
	Na	1,4947	1,4945	1,4947	1,4948	1,4948	**1,4947**
	Tl	1,4967	1,4966	1,4967	1,4967	1,4970	**1,4967**
	F	1,4994	1,4993	1,4994	1,4996	1,5000	**1,4995**
	G	1,5023	1,5022	1,5023	1,5025	1,5029	**1,5024**
γ Schwingungsrichtung parallel Axe *c*	*Li*	1,4949	1,4952	1,4949	1,4952	1,4948	**1,4950**
	C	1,4953	1,4956	1,4953	1,4955	1,4952	**1,4954**
	Na	1,4973	1,4975	1,4973	1,4974	1,4972	**1,4973**
	Tl	1,4994	1,4996	1,4993	1,4994	1,4995	**1,4994**
	F	1,5021	1,5024	1,5021	1,5024	1,5028	**1,5023**
	G	1,5050	1,5049	1,5050	1,5052	1,5057	**1,5052**

wurden nicht beobachtet wegen der schwächenden Wirkung der Glasfenster des Erhitzungsapparates.

Die folgende Tabelle stellt die Resultate für die verschiedenen Temperaturen dar; die Werthe für die gewöhnliche Temperatur sind aus der vorher gegebenen Tabelle genommen.

Refraction des schwefelsauren Kaliums bei verschiedenen Temperaturen.

Index	Natur des Lichtes	Bei gewöhnl. Temperatur (18°—20°)	Bei 60°	Bei 100°	Bei 140°	Bei 180°
α Schwingungsrichtung parallel Axe b	*Li*	1,4912	1,4902	1,4890	1,4876	1,4855
	C	1,4916	1,4906	1,4894	1,4880	1,4859
	Na	1,4935	1,4925	1,4911	1,4896	1,4878
	Tl	1,4955	1,4945	1,4931	1,4917	1,4899
	F	1,4982	1,4972	1,4960	1,4946	1,4926
β Schwingungsrichtung parallel Axe a	*Li*	1,4924	1,4914	1,4901	1,4886	1,4869
	C	1,4928	1,4918	1,4905	1,4890	1,4873
	Na	1,4947	1,4936	1,4921	1,4909	1,4890
	Tl	1,4967	1,4955	1,4944	1,4928	1,4910
	F	1,4995	1,4984	1,4972	1,4956	1,4936
γ Schwingungsrichtung parallel Axe c	*Li*	1,4950	1,4938	1,4924	1,4905	1,4883
	C	1,4954	1,4942	1,4928	1,4909	1,4887
	Na	1,4978	1,4963	1,4948	1,4929	1,4906
	Tl	1,4994	1,4983	1,4968	1,4949	1,4927
	F	1,5023	1,5010	1,4995	1,4978	1,4954

Man beobachtet: 1) Das Brechungsvermögen nimmt regelmässig bei steigender Temperatur ab. 2) Die Veränderung ist am grössten bei dem Exponenten γ, den parallel der Verticalaxe c schwingenden Strahlen entsprechend, wobei der Unterschied für 160° Erhöhung der Temperatur 0,0067 beträgt. 3) Die Veränderung bei den Exponenten α und β, den Axen b und a entsprechend, ist ungefähr gleich und beträgt circa 0,0057.

Optische Elasticitätsaxen des schwefelsauren Kaliums. Die aus den Reciproken der Brechungsexponenten berechneten Elasticitätsaxen sind für die gewöhnliche Temperatur die folgenden:

$$a : b : c = 0,9992 : 1 : 0,9975.$$

Identische Werthe werden erhalten, ob man die Berechnungen für die Wasserstofflinie C, die Natriumlinie D oder für die Thalliumlinie macht.

Die Brechungsexponenten vom schwefelsauren Kalium sind von Topsöe und Christiansen (l. c.) für die Spectrumlinien C, D und F bestimmt worden; ihre Lichtquellen waren ein Geissler'sches Wasserstoffrohr und

eine mit Kochsalz gesättigte Spirituslampe. Sechs Prismen wurden angewandt, wovon zwei durch vorhandene Flächen der Krystalle gebildet wurden und die anderen vier mit der Hand geschliffen und mit Deckgläsern bedeckt wurden. Fünf dieser sechs Prismen aber lieferten nur einen einzigen Brechungsexponenten, weil sie nicht symmetrisch zu einem optischen Hauptschnitte waren. Die erhaltenen Werthe der Brechungsexponenten sind ziemlich nahe den in dieser Mittheilung gegebenen; der grösste Unterschied für irgend einen Exponenten beträgt 0,0007. Das aus ihren Werthen berechnete Verhältniss der Elasticitätsaxen ist:

$$a : b : c = 0,9991 : 1 : 0,9968.$$

Die Orientirung der optischen Elasticitätsaxen nach dem Schema von Topsöe und Christiansen ist $\mathfrak{b}\,\underset{+}{\mathfrak{a}}\,\mathfrak{c}$.

Die optischen Elasticitätsaxen, aus den Brechungsexponenten bei 180° berechnet, sind:

$$a : b : c = 0,9992 : 1 : 0,9981.$$

Das Verhältniss $a : b$ ist identisch mit und dasjenige für $c : b$ nicht weit entfernt von demjenigen für die gewöhnliche Temperatur, und die Ordnung ist dieselbe.

Bestimmungen des optischen Axenwinkels vom schwefelsauren Kalium. Experimentelle Bestimmungen des optischen Axenwinkels sind von viel grösserer Genauigkeit, besonders in den Fällen schwach doppeltbrechender Substanzen, als die Werthe, welche aus den Brechungsexponenten durch die Formel $\cos V = \sqrt{\dfrac{\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}}{\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}}}$ berechnet werden. Denn die Differenzen zwischen den Reciproken der Quadrate der Brechungsexponenten sind so klein, dass eine Veränderung von 0,0001 bei den letztgenannten häufig genügt, um den berechneten Werth des optischen Axenwinkels um zwei Grad zu verändern. Selbst bei den so sorgfältig bestimmten Brechungsexponenten dieser Untersuchung ist es möglich, dass die Fehler 0,0002 erreichen, daher bei diesen schwach doppeltbrechenden Sulfaten nur Messungen des optischen Axenwinkels allein von irgend einer Zuverlässigkeit sind.

Drei Paar Platten senkrecht zur ersten und zweiten Mittellinie wurden mit Hülfe des neuen Instrumentes geschliffen. Die Platten müssen, wie schon erwähnt, sehr dick sein, um der niedrigen Doppelbrechung wegen gut definirte Interferenzfiguren zu zeigen. Die drei zur Bestimmung von $2E$ und $2H_a$ angewandten Platten parallel zur Basis variirten von zwei bis über vier Millimeter in der Dicke; die letztgenannte Dicke ist besonders bequem. Um solche Platten zu erhalten, sind etwas grössere Kry-

stalle nöthig, da die Krystalle in genannter Richtung gewöhnlich nur schmal sind. Wegen der grösseren Entwickelung der Krystalle in der Richtung des Brachypinakoids wurden drei vortreffliche grosse und genügend dicke Platten senkrecht zur zweiten Mittellinie hergestellt, wodurch $2H_o$ in α-Monobromnaphtalin gut zu beobachten war. Die vortreffliche Politur, welche die Oberflächen nach fünf Minuten durch die Benutzung des Polirapparates des Instrumentes erhielten, ermöglichte es, dass die sämmtlichen Messungen ohne Deckgläser ausgeführt werden konnten. Die Messungen wurden mit Hülfe des grossen Axenwinkelapparates von Fuess ausgeführt und zur Beleuchtung der neue Apparat für monochromatisches Licht benutzt, wie dies in der diesen Apparat betreffenden Mittheilung (l. c.) beschrieben worden ist. Für jede Wellenlänge wurden drei Einstellungen jeder Hyperbel auf das Fadenkreuz gemacht und das Mittel der Ablesungen wurde als wahre Einstellung betrachtet.

Die Interferenzfigur von schwefelsaurem Kalium in Luft $2E$ zeigt sehr kleine Dispersion der optischen Axen, so klein, dass man gar keine Farben an den Grenzen der Hyperbeln bei weissem Lichte bemerken kann. Obgleich die angewandten dicken Platten sehr scharfe Hyperbeln lieferten, konnte man keinen Unterschied grösser als die Einstellungsfehler entdecken zwischen den Axenwinkeln für die beiden Enden des Spectrums. Topsöe und Christiansen geben für $2E$ 111° 19′. Des Cloizeaux hatte vorher 107°—109° gefunden und in einer späteren Mittheilung (Mém. des Savants Étrangers **18**, 608) gab er 110° 15′ und 110° 26′ für Roth und resp. Blau an.

Eine grosse Zahl von Messungen von $2E$ wurden für Licht von den Wellenlängen der rothen Lithiumlinie und der grünlichblauen Wasserstofflinie F mit den drei Platten ausgeführt; die erhaltenen Winkelwerthe zeigen aber Differenzen für dieselbe Wellenlänge grösser als die Grenzen der Werthe von Des Cloizeaux. Verf. zieht daher vor, dass Mittel aller erhaltenen Werthe zu geben in Berücksichtigung der Thatsache, dass die Dispersion sehr gering ist. Der Mittelwerth ist:

$$2E = 111^\circ 0'.$$

Die Grenzen der einzelnen Werthe liegen beinahe 30′ auf jeder Seite dieses Mittelwerthes.

Die Bestimmungen von $2H_a$ und $2H_o$ in Bromnaphtalin boten keine Schwierigkeiten dar. Die Hyperbeln waren vortrefflich definirt und die Dispersion ganz klar. Mit Hülfe des neuen Apparates für monochromatisches Licht kann man eine geringe Dispersion sehr leicht bemerken; wenn man den Prismenkreis schnell umdreht und so eine schnelle Veränderung der beleuchtenden Farbe hervorbringt, kann man die Hyperbel von einer Stellung zu einer anderen in Bezug auf das Fadenkreuz sich bewegen sehen. Die folgende Tabelle stellt die Resultate der Messungen an den sechs Platten dar.

Optische Axenwinkel des schwefelsauren Kaliums.

Natur des Lichtes:	Nr. der Platte senkrecht zur ersten Mittellinie:	Beobachtet $2H_a$	Nr. der Platte senkrecht zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet $2H_o$	Berechnet $2V_a$	Mittel $2V_a$
Li	1	60° 5′	1*a*	97° 16′	67° 25′	67° 25′
	2	60 30	2*a*	97 48	67 32	
	3	60 3	3*a*	97 28	67 18	
C	1	60 2	1*a*	97 12	67 24	67 24
	2	60 23	2*a*	97 36	67 31	
	3	59 57	3*a*	97 23	67 16	
Na	1	59 53	1*a*	97 2	67 21	67 20
	2	59 59	2*a*	96 58	67 27	
	3	59 44	3*a*	97 6	67 12	
Tl	1	59 30	1*a*	96 28	67 16	67 15
	2	59 33	2*a*	96 18	67 23	
	3	59 12	3*a*	96 17	67 6	
F	1	59 0	1*a*	95 44	67 10	67 7
	2	58 54	2*a*	95 35	67 9	
	3	58 49	3*a*	95 42	67 2	

Die Messungen von $2H_a$ und $2H_o$ mit jedem Paar in derselben horizontalen Linie der Tabelle stehender Platten, welche zusammen die Berechnung des wahren Axenwinkels $2V_a$ durch die Formel tang $V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o}$ ermöglichen, wurden direct nach einander ausgeführt, so dass keine Veränderung der Brechung des Bromnaphtalins möglich war. Beobachtungen mit *G*-Licht sind nicht so zuverlässig wegen des durch die Absorption des Bromnaphtalins hervorgebrachten Lichtverlustes.

Der Werth von $2V_a$ für Natriumlicht, aus den beobachteten Brechungsexponenten berechnet, ist 67° 38′. Diese vortreffliche Uebereinstimmung aber ist ganz zufällig, denn ein Unterschied von 0,0001 bei irgend einem der Brechungsexponenten würde eine sehr grosse Differenz verursachen. Zum Beispiel wenn man den Werth des Exponenten α 1,4936 anstatt 1,4935 annimmt, wird das berechnete $2V_a = 66^\circ 6'$, ein Unterschied von anderthalb Grad. Da der mögliche Fehler der Bestimmungen der Brechungsexponenten etwa 0,0002 beträgt, so sieht man, dass die Uebereinstimmung des beobachteten und berechneten Axenwinkels rein zufällig ist.

Der optische Axenwinkel $2V_a$ für *Na*-Licht wurde von Topsöe und Christiansen bei zwei Bestimmungen 66° 40′ resp. 67° 28′ gefunden.

Wirkung von Temperaturerhöhung auf den optischen

Axenwinkel. Beobachtungen bei höheren Temperaturen sind bereits früher von Des Cloizeaux (Nouv. Rech.) und Mallard (diese Zeitschr. 9, 402) ausgeführt worden. Der erste Beobachter fand, dass eine Temperaturerhöhung von 140° von einer Zunahme von $2E$ um ungefähr 10° begleitet wurde. Diese Beobachtung ist in Uebereinstimmung mit derjenigen des Verfs. und stimmt mit den Angaben für die Veränderungen der Brechungsexponenten. Bei 116° wurden die Hyperbeln schwach roth an der Innenseite und blau an der Aussenseite gefärbt. Messungen bei dieser Temperatur mit Hülfe des dem grösseren Axenwinkelapparate beigegebenen Erhitzungsapparates gaben die folgenden Werthe:

$2E$ bei 116° für *Li*-Licht = 118° 55′
- *Na*- - = 118 40
- *F*- - = 118 30

Für 100° Temperaturerhöhung nimmt also $2E$ um beinahe 7° zu. Verf. erhitzte die Krystallplatte nicht weiter, um nicht den vortrefflichen Messungsapparat zu beschädigen. Für den Zweck der Vergleichung ist dieses völlig genügend, wie später bewiesen werden wird. Mit Hülfe eines weniger theuren Instrumentes hat Mallard die Erscheinungen bei schwefelsaurem Kalium bis zu sehr hohen Temperaturen verfolgt und gezeigt, dass die Zunahme des Winkels fortfährt, bis bei ungefähr 380° die Axen sich in der Axe b verbinden und dann sich in der Ebene {001} senkrecht zu ihrer vorherigen Ebene wieder trennen, und dass bei noch höheren Temperaturen weitere ähnliche Veränderungen beobachtet sind, bis zwischen 600° und 650° eine plötzliche Umwandlung in eine wahre hexagonale Form mit negativer Doppelbrechung erfolgt. Diese Beobachtungen von Mallard sind von besonderem Interesse für den Zweck dieser Mittheilung, denn es wird später gezeigt werden, dass schwefelsaures Rubidium ähnliche, aber noch complicirtere Phänomena zeigt bei Temperaturen, welche nur wenig über der gewöhnlichen liegen.

Optische Eigenschaften des schwefelsauren Cäsiums.

Das schwefelsaure Cäsium ist dem schwefelsauren Kalium sehr ähnlich hinsichtlich seiner geringen Doppelbrechung, aber es weicht dadurch ab, dass das Zeichen derselben negativ und die Dispersion der Axen grösser ist. Die erste Mittellinie ist die Verticalaxe c und die Interferenzfigur im convergenten Lichte wird durch die breit ausgebildete Basis gut gesehen; ein Krystall von 2—3 mm Dicke zeigt sie scharf definirt. Die optische Axenebene ist das Brachypinakoid b{010}. Die Orientirung der optischen Axen ist also $\mathfrak{c}\,\mathfrak{b}\,\underline{\mathfrak{a}}$, wie von Lang angegeben hat.

Brechungsexponenten des schwefelsauren Cäsiums. Vierzehn Prismen wurden in ähnlicher Weise, wie vom schwefelsauren Kalium,

aus Krystallen von fünf verschiedenen Krystallisationen hergestellt. Ihre Flächen wurden in jedem Falle symmetrisch zu bekannten Symmetrieebenen der Krystalle und so, dass ihre brechenden Kanten parallel einer optischen Elasticitätsaxe waren, geschliffen und polirt. Es gab also jedes Prisma zwei Brechungsexponenten. Aus den Krystallen 1 und 2 wurden nicht weniger als vier Prismen aus jedem Krystalle geschliffen, nämlich je ein Paar gleichartiger von den Enden jeder der beiden krystallographischen Axen. Mit einem guten Krystalle, 4—5 mm im Durchmesser, gelingt es ohne Schwierigkeit dieses mit Hülfe des neuen Instrumentes auszuführen, man erhält so zwei der Brechungsexponenten zweimal und den anderen viermal an einem und demselben Krystalle.

Die von jedem Krystalle erhaltenen Mittelwerthe nebst den Endmittelwerthen sind in der Tabelle auf S. 42 zusammengestellt.

Die Refraction des schwefelsauren Cäsiums für irgend eine Wellenlänge, für das Vacuum corrigirt, wird genau durch die folgende allgemeine Formel ausgedrückt. Die Constanten sind durch Verbindung der Cauchyschen Gleichungen, worin die beobachteten Werthe für *C*-, *Na*- und *Tl*-Licht eingesetzt wurden, nebst Vacuumcorrection (0,0004) erhalten worden.

$$\mu_{Cs_2SO_4} = \left.\begin{matrix} \alpha\ 1,5478 \\ \beta\ 1,5524 \\ \gamma\ 1,5542 \end{matrix}\right\} + \frac{409\ \ 782}{\lambda^4} + \frac{716\ \ 952\ \ 000\ \ 000}{\lambda^4} + \cdots .$$

Die aus der Formel berechneten Werthe, nach Subtraction der Vacuumcorrection, sind in beinahe allen Fällen identisch mit den beobachteten Mittelwerthen oder nur 0,0001 von denselben entfernt. Man wird bemerken, dass die β-Werthe sich mehr den γ- als den α-Werthen nähern, was das negative Zeichen der Doppelbrechung beweist. Dies wurde unabhängig davon durch die Anwendung einer Viertelundulationsglimmerplatte bestätigt. Der Werth der Constante A für α ergiebt sich durch Subtrahirung von 0,0046 von der wirklich berechneten Constante für β, und derjenige für γ durch Hinzufügung von 0,0018.

Brechung des schwefelsauren Cäsiums bei höheren Temperaturen. Eine Reihe Bestimmungen der Brechungsexponenten mit einem vortrefflichen Paar Prismen, bei regelmässigen Temperaturintervallen, sind auch bei diesem Salze ausgeführt worden. Die Resultate sind in der Tabelle auf S. 43 angegeben.

Es ist interessant zu bemerken, dass, wie bei dem schwefelsauren Kalium, 1) eine regelmässige Verminderung im Brechungsvermögen mit steigender Temperatur stattfindet; 2) die grösste Veränderung bei dem der Verticalaxe c entsprechenden Brechungsexponenten vorkommt, wobei der Unterschied für 160° ungefähr 0,0065 beträgt, und 3) die Veränderungen der den Axen a und b entsprechenden Exponenten ungefähr gleich sind

Brechungsexponenten des schwefelsauren Cäsiums.

Index	Natur des Lichtes	Krystall 1, 4 Prismen	Krystall 2, 4 Prismen	Krystall 3, 1 Prisma	Krystall 4, 3 Prismen	Krystall 5, 2 Prismen	Mittelwerthe von 14 Prismen
α Schwingungsrichtung parallel Axe *c*	*Li*	1,5571	1,5568	1,5571	1,5576	1,5565	**1,5569**
	C	1,5574	1,5567	1,5575	1,5580	1,5568	**1,5573**
	Na	1,5600	1,5592	1,5599	1,5606	1,5594	**1,5598**
	Tl	1,5627	1,5618	1,5624	1,5632	1,5620	**1,5624**
	F	1,5662	1,5652	1,5660	1,5669	1,5655	**1,5660**
	G	—	1,5703	—	—	1,5707	**1,5705**
β Schwingungsrichtung parallel Axe *b*	*Li*	1,5614	1,5614	1,5616	1,5619	1,5613	**1,5615**
	C	1,5618	1,5619	1,5620	1,5623	1,5617	**1,5619**
	Na	1,5644	1,5644	1,5644	1,5649	1,5642	**1,5644**
	Tl	1,5672	1,5671	1,5669	1,5676	1,5670	**1,5672**
	F	1,5708	1,5706	1,5704	1,5711	1,5708	**1,5706**
	G	—	1,5752	—	1,5762	1,5753	**1,5756**
γ Schwingungsrichtung parallel Axe *a*	*Li*	1,5629	1,5629	—	1,5639	1,5634	**1,5633**
	C	1,5633	1,5638	—	1,5643	1,5638	**1,5637**
	Na	1,5660	1,5659	—	1,5667	1,5663	**1,5662**
	Tl	1,5687	1,5686	—	1,5695	1,5692	**1,5690**
	F	1,5724	1,5721	—	1,5730	1,5725	**1,5725**
	G	—	1,5770	—	1,5780	—	**1,5775**

Refraction des schwefelsauren Cäsiums bei verschiedenen Temperaturen.

Index	Natur des Lichtes	Bei gewöhnl. Temperatur (18°—20°)	Bei 60°	Bei 100°	Bei 140°	Bei 180°
α Schwingungsrichtung parallel Axe *c*	*Li*	1,5569	1,5559	1,5544	1,5527	1,5508
	C	1,5573	1,5563	1,5548	1,5531	1,5512
	Na	1,5598	1,5584	1,5568	1,5554	1,5534
	Tl	1,5624	1,5609	1,5590	1,5576	1,5558
	F	1,5660	1,5641	1,5622	1,5608	1,5590
β Schwingungsrichtung parallel Axe *b*	*Li*	1,5615	1,5607	1,5595	1,5581	1,5566
	C	1,5619	1,5611	1,5599	1,5585	1,5570
	Na	1,5644	1,5634	1,5622	1,5609	1,5594
	Tl	1,5672	1,5658	1,5645	1,5632	1,5619
	F	1,5706	1,5690	1,5677	1,5664	1,5651
γ Schwingungsrichtung parallel Axe *a*	*Li*	1,5638	1,5625	1,5611	1,5599	1,5587
	C	1,5637	1,5629	1,5615	1,5603	1,5591
	Na	1,5662	1,5651	1,5640	1,5626	1,5614
	Tl	1,5690	1,5674	1,5664	1,5649	1,5639
	F	1,5725	1,5706	1,5696	1,5681	1,5671

und circa 0,0049 betragen. Es scheint auch, dass bei dem schwefelsauren Cäsium eine bemerkbare Verminderung der Dispersion eintritt, wenn die Temperatur steigt; die Differenz zwischen den Exponenten für die zwei äussersten Wellenlängen ist 0,0091—92 bei gewöhnlicher Temperatur und 0,0082—85 bei 180°, also ist die durch Temperaturerhöhung hervorgerufene Verminderung des Brechungsvermögens augenscheinlich grösser am blauen Ende des Spectrums als am rothen Ende.

Optische Elasticitätsaxen des schwefelsauren Cäsiums. Das Verhältniss der optischen Elasticität längs der drei krystallographischen Axen bei gewöhnlicher Temperatur ist:

$$a : b : c = 0{,}9989 : 1 : 1{,}0029.$$

Diese entsprechen der Orientirung $\mathfrak{c}\,\mathfrak{b}\,\underline{a}$.

Das Verhältniss, aus den Brechungsexponenten für 180° berechnet, ist:

$$a : b : c = 0{,}9987 : 1 : 1{,}0039.$$

Die letzten Werthe sind also nicht weit entfernt von denjenigen für die gewöhnliche Temperatur und zeigen dieselbe Ordnung.

Messungen des optischen Axenwinkels des schwefelsauren Cäsiums. Diese Messungen wurden mit sechs vortrefflichen Platten von ungefähr 2,5 mm Dicke ausgeführt. Drei waren senkrecht zur ersten

und drei zur zweiten Mittellinie. Nr. 1 und 2 wurden durch sehr vollkommene Flächen der Basis gebildet, breit entwickelt an ein Centimeter langen Krystallen. Die anderen Platten wurden mit Hülfe des neuen Instrumentes geschliffen und polirt, und alle wurden ungedeckt gebraucht. Die Interferenzfiguren vom schwefelsauren Cäsium sind sehr scharf definirt und mit Platten der angewandten Dicke kann man $2E$ sehr genau bestimmen. In Bromnaphtalin sind die Figuren vortrefflich und obgleich zufällig die Dispersion der Axen, welche über 3° für $2E$ beträgt, beinahe zu Null durch die hochbrechende Flüssigkeit vermindert wird, kann man doch die Differenz von nur 5—6 Minuten, wenn man den neuen Beleuchtungsapparat für monochromatisches Licht benutzt, deutlich bemerken und der Sinn der Dispersion wird durch schwache Färbung der Hyperbeln bei weissem Lichte bestätigt. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Scheinbarer Axenwinkel in Luft $2E$ von Cs_2SO_4.

Natur des Lichtes:	Platte 1	Platte 2	Platte 3	Mittelwerthe von $2E$
Li	114°47′	114°33′	114°20′	114°33′
C	114 53	114 45	114 40	114 46
Na	115 39	115 43	115 39	115 40
Tl	116 50	116 47	116 41	116 46
F	117 55	117 52	117 34	117 47

Optischer Axenwinkel $2V_a$ des schwefelsauren Cäsiums.

Natur der Lichtes:	Nr. der Platte senkrecht zur ersten Mittellinie:	Beobachtet $2H_a$	Nr. der Platte senkrecht zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet $2H_o$	Berechnet $2V_a$	Mittel $2V_a$
	1	61°14′	1*a*	106° 9′	65° 0′	
Li	2	61 11	2*a*	105 36	65 9	65° 5′
	3	61 11	3*a*	105 47	65 6	
	1	61 13	1*a*	106 4	65 1	
C	2	61 10	2*a*	105 25	65 12	65 8
	3	61 10	3*a*	105 45	65 6	
	1	61 12	1*a*	105 15	65 17	
Na	2	61 8	2*a*	104 54	65 22	65 20
	3	61 8	3*a*	104 59	65 20	
	1	61 11	1*a*	104 10	65 40	
Tl	2	61 7	2*a*	104 6	65 38	65 39
	3	61 7	3*a*	104 3	65 38	
	1	61 10	1*a*	103 12	65 59	
F	2	61 5	2*a*	103 3	65 58	66 0
	3	61 6	3*a*	102 56	66 2	

In jedem Falle sind die Beobachtungen mit den beiden Platten 1 und 1a, 2 und 2a, 3 und 3a direct nach einander an demselben Tage ausgeführt worden, um Veränderung der Brechung des Bromnaphtalins zu vermeiden.

von Lang (Sitzungsber. Wien. Akad. 55, 2, 415) giebt an, dass der scheinbare Axenwinkel $2E = 114^0$ und für Roth kleiner als für Violett ist; $\varrho < v$.

Bestimmungen des optischen Axenwinkels von Cs_2SO_4 bei höheren Temperaturen. Messungen von $2E$ wurden bei Temperaturen von 60° und 100° ausgeführt. Die Resultate sind die folgenden, denen die Werthe für die gewöhnliche Temperatur zur Vergleichung beigesetzt wurden.

	$2E$ bei 18°—20°	$2E$ bei 60°	$2E$ bei 100°
Li	114°33′	110°50′	108°30′
C	114 46	111 15	108 42
Na	115 40	112 27	109 10
Tl	116 46	113 30	110 56
F	117 47	115 25	112 35

Die optischen Axen nähern sich also einander um ungefähr 6° für eine Temperaturerhöhung von 80°, entsprechend einer Annäherung von $7\frac{1}{2}^0$ für 100°. Dieses ist ungefähr derselbe Betrag, aber in umgekehrter Ordnung, dem negativen Zeichen der Doppelbrechung entsprechend, wie er bei dem schwefelsauren Kalium beobachtet worden ist. Der Betrag und die Richtung der Veränderung stimmen mit derjenigen überein, welche durch die Bestimmungen der Brechungsexponenten bei höheren Temperaturen angedeutet werden. Wie vorher bewiesen worden ist, wird der wahre optische Axenwinkel nur sehr approximativ durch die Formel $\cos V = \sqrt{\frac{\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}}{\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}}}$ gegeben. Doch wird der Sinn der Veränderung für ein beträchtliches Temperaturintervall dadurch klar angedeutet. Der so berechnete Axenwinkel (das Supplement von V, weil der Krystall negativ ist) für *Na*-Licht bei der gewöhnlichen Temperatur ist 63° 52′ und derjenige für 180° ist 59° 28′, was eine Abnahme der wahren Axenwinkel von ungefähr $4\frac{1}{2}^0$ für 160° Temperaturerhöhung andeutet. Da der mögliche Fehler des berechneten Winkels gewiss 2° ist, so ist der Werth des angedeuteten Betrages von keiner Wichtigkeit; seine Ordnung und Richtung aber stimmen vollkommen mit den beobachteten überein und deuten die Uebereinstimmung der Brechungs- und Axenwinkelphänomene an.

Optische Eigenschaften des schwefelsauren Rubidiums.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dass die Sulfate von Kalium und Cäsium zwar schwach doppeltbrechende, aber sonst ganz normale Substanzen von positivem resp. negativem Charakter sind. Die optischen Eigenschaften des schwefelsauren Rubidiums sind scheinbar ganz ausserordentlich verschieden. Wenn man einen Krystall im convergenten polarisirten Lichte untersucht, sieht man durch ein Flächenpaar des breiten Makropinakoids *a*{100}, wenn die so gebildete Platte ungefähr so dick ist (2—3 mm), wie es bei den beiden anderen Sulfaten als am günstigsten gefunden wurde, und wenn die Axenrichtungen mit den Schwingungsrichtungen der Nicolschen Prismen übereinstimmen, ein breites dunkles Kreuz von sehr tiefen Farben begrenzt. Wenn man die Platte um 45° dreht, bemerkt man, dass das Kreuz in zwei sehr helle hyperbolische Spectralbögen zerfällt, welche keine dunkle Mittellinie oder nur Spuren solcher besitzen. Die breite blaue Grenze ist an der Innenseite und die rothe nach aussen. Die Krystalle besitzen augenscheinlich ausserordentlich geringe Doppelbrechung und sehr starke Dispersion der optischen Axen. Wenn man eine ähnliche Platte ungefähr einen Centimeter dick bekommen kann, zeigt diese eine sehr schöne Interferenzfigur im weissen Lichte, welche an die Figur von Brookit oder anderer hoch dispergirender Substanzen erinnert; die Axen scheinen jedoch in einer Ebene parallel der Basis *c*{001} zu liegen. Mit einer solchen Platte, welche dem Verf. aus der grössten und vollkommensten der erhaltenen Krystalle zu schleifen gelungen ist, sieht man, wenn die krystallographischen Axen parallel den Schwingungsrichtungen der Nicol'schen Prismen sind, das Kreuz von vier vollkommenen Curven umgeben; die äusseren gleichen Ellipsen, symmetrisch zu den krystallographischen Axen, und die innerste liegt einwärts gegen den Mittelpunkt, beinahe eine doppelte Lemniscatenschlinge bildend. Diese Curven besitzen einen sehr grossen Durchmesser in der Richtung der Kante *ac* und einen sehr kleinen senkrecht zu dieser Richtung. In der Nähe des Endes des längsten Durchmessers werden die Curven dunkel, sind aber noch mit tiefen Farben begrenzt. Der ganze Raum zwischen jedem Ende des längsten Durchmessers und dem Querarme des Kreuzes wird durch ein einziges breites Spectrum ausgefüllt, sehr ähnlich demjenigen, welches durch Brookit und Dreifachtartrat von Kalium, Natrium und Ammoniak hervorgebracht wird. Wenn man die Platte um 45° dreht, sieht man keine dunkle Hyperbel, sondern ein Paar lebhaft spectral gefärbter Hyperbeln durch ein inneres Paar ähnlich gefärbter Ringe und drei äussere ellipsenähnliche Curven hindurchgehend; keine Dunkelheit wird bei irgend einer der Curven beobachtet. Wenn man den monochromatischen Belichter gebraucht und den Prismenkreis des letzteren umdreht, um die Figuren für alle Farben des Spectrums zu sehen, beob-

achtet man, dass die Axenhyperbeln sehr scharf definirt und für Roth nur wenig getrennt sind, während für Violett ihr Abstand ein sehr grosser ist, somit eine starke Dispersion vorhanden ist. Ausserdem werden mehrere vollkommene die Axen umgebende Ringe nach einander sichtbar, wenn man sich dem Violett nähert.

Wenn man die Platte um 45° zurückdreht, um die Richtungen der krystallographischen Axen wieder parallel den Schwingungsrichtungen der Nicols zu bringen, mit blauem Lichte beleuchtet und eine Viertelundulationsplatte in der gewöhnlichen Stellung einschiebt, so wird die Doppelbrechung deutlich als positiv erkannt. von Lang (l. c.) giebt an, dass die Doppelbrechung des schwefelsauren Rubidiums sehr klein ist und dass das Zeichen derselben negativ ist. Wahrscheinlich aber besass er keine so dicke Platte wie die oben beschriebene; denn er sagt, dass er die optischen Axenwinkel nur approximativ messen konnte wegen der kleinen Doppelbrechung, während Verf. keine Schwierigkeit hatte, genaue Messungen mit seiner dicken Platte zu erhalten. Es wird später festgestellt, dass das in dieser Untersuchung gebrauchte reine schwefelsaure Rubidium positive Doppelbrechung besitzt.

Die Orientirung der optischen Axen ist daher $\underset{+}{\mathfrak{c}}\,\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}$.

Die Ursache für diese grosse Empfindlichkeit des Axenwinkels vom schwefelsauren Rubidium bei Aenderung der Wellenlänge des beleuchtenden Lichtes ist eine sehr interessante und wird später völlig erklärt werden.

Bestimmung der Brechungsexponenten des schwefelsauren Rubidiums. Zehn vortreffliche Prismen wurden mit Hülfe des neuen Instrumentes aus fünf verschiedenen Krystallen geschliffen und polirt. Jedes Prisma war symmetrisch einer Ebene, und seine Kante einer Axe der optischen Elasticität. Die Winkel wurden alle nahe an 60° gemacht und ihre Flächen so gut polirt, dass keine Deckgläser nöthig waren.

Drei dieser Prismen wurden nach solchen Richtungen der Krystalle geschliffen, dass die Schwingungsrichtungen der zwei polarisirten gebrochenen Strahlen parallel zu den krystallographischen Axen b und c, identisch mit den optischen Elasticitätsaxen $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ waren; daher sollten sie die zwei Brechungsexponenten α und β liefern. Mit diesen Prismen wurde nun die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass sie nur ein einziges gebrochenes Bild des Websky'schen Spaltes des Spectrometers mit irgend einer Farbe des Lichtes lieferten. Dieses Bild blieb beständig für alle Stellungen des vor das Ocular gesetzten Nicols, obgleich ein geringer Unterschied der Beleuchtung des Bildes für die Stellungen 0° und 90° beobachtet wurde, nicht so gross jedoch, als im Falle eines einfachen durch ein Glasprisma gelieferten Bildes. Es waren daher zwei Bilder, welche dieselbe Stellung

besassen, wovon das eine bei 0° und das andere bei 90° ausgelöscht wurde. Als das Ocular angewandt wurde, welches die stärkste Vergrösserung des Bildes lieferte, konnte man zwei verschiedene, einander theilweise überdeckende Bilder erkennen, wenn man das helle, dem *Na*-Licht entsprechende Licht des monochromatischen Lichtapparates gebrauchte, und zwar war das dem α-Index entsprechende Bild bei der Minimalablenkung um ungefähr 1′ näher der Richtung des einfallenden Lichtes als das β-Bild.

Die Resultate der Messungen der Brechungsexponenten, genau wie bei den anderen Sulfaten mit Hülfe des gewöhnlichen Oculars ausgeführt, sind aus nebenstehender Tabelle zu ersehen.

Da die drei Prismen, welche die Exponenten α und β lieferten, keinen bemerkbaren Unterschied zwischen den zwei Bildern zeigten, ist das Mittel der gut übereinstimmenden Werthe für diese Exponenten genommen worden, und dieser Mittelwerth repräsentirt die zwei Werthe so nahe als die Fehlergrenzen (ungefähr 0,0002) erlauben. Ein Unterschied von 1′ im Winkel der Minimalablenkung bringt einen Unterschied in den Brechungsexponenten von 0,00017 hervor. Ein solcher Unterschied ist mit dem gewöhnlichen Ocular etwas schwer zu bemerken. Die Anwendung des stärker vergrössernden Oculars aber, und entscheidend die später zu beschreibenden Messungen des optischen Axenwinkels beweisen, dass die Exponenten α und β keinenfalls durch dieselben Zahlen repräsentirt werden sollten, sondern dass die Werthe von α um 0,0001—0,0002 niedriger sind als die Werthe von β. Es scheint geeignet, an dieser Stelle die wirklichen Zahlen, aus den optischen Axenwinkeln berechnet, zu geben. Vollkommener Beweis ihrer Genauigkeit wird später bei der Beschreibung der Axenwinkelmessungen gegeben werden. Diese Zahlen repräsentiren die Brechungsexponenten des schwefelsauren Rubidiums bei gewöhnlicher Temperatur genau auf vier Decimalstellen innerhalb der vorher erwähnten Fehlergrenzen, die Ordnung der drei Exponenten stimmt völlig mit den Erscheinungen der optischen Axen überein, und die Werthe der α-Exponenten selbst sind diejenigen, welche aus den Messungen des Axenwinkels berechnet worden sind. Es wird später bewiesen werden, dass die Differenz zwischen den Werthen α und β für Roth etwas geringer als 0,0001 ist, während diejenige für Blau wahrscheinlich 0,0002 etwas überschreitet. Diese Differenz möchte man vielleicht durch eine fünfte Decimalstelle repräsentiren, dieses ist aber in Rücksicht des möglichen Fehlers nicht zu rechtfertigen.

Wahre Brechungsexponenten des schwefelsauren Rubidiums.

	α	β	γ
Li	1,5108	1,5109	1,5120
C	1,5112	1,5113	1,5124
Na	1,5131	1,5133	1,5144

Brechungsexponenten des schwefelsauren Rubidiums mit dem gewöhnlichen Ocular bestimmt.

Index	Natur des Lichtes	Krystall 1, 2 Prismen	Krystall 2, 2 Prismen	Krystall 3, 2 Prismen	Krystall 4, 2 Prismen	Krystall 5, 2 Prismen	Mittelwerthe von 10 Prismen
α und β Schwingungsrichtung parallel Axen b und c	*Li*	1,5106	1,5109	1,5108	1,5110	1,5113	1,5109
	C	1,5110	1,5113	1,5112	1,5114	1,5117	1,5113
	Na	1,5132	1,5133	1,5132	1,5134	1,5136	1,5133
	Tl	1,5153	1,5155	1,5153	1,5155	1,5158	1,5155
	F	1,5182	1,5183	1,5182	1,5183	1,5186	1,5183
	G	1,5222	1,5224	—	1,5226	—	1,5224
γ Schwingungsrichtung parallel Axe a	*Li*	1,5117	1,5119	1,5118	1,5123	1,5124	1,5120
	C	1,5121	1,5122	1,5123	1,5127	1,5128	1,5124
	Na	1,5141	1,5143	1,5143	1,5146	1,5149	1,5144
	Tl	1,5162	1,5165	1,5164	1,5168	1,5171	1,5166
	F	1,5191	1,5193	1,5194	1,5196	1,5199	1,5194
	G	1,5232	—	—	1,5237	—	1,5235

	α	β	γ
Tl	1,5153	1,5155	1,5166
F	1,5181	1,5183	1,5194
G	1,5222	1,5224	1,5235

Die Refraction des schwefelsauren Rubidiums für irgend eine Wellenlänge kann man wieder, wie bei den beiden anderen Sulfaten, ausdrücken durch die folgende allgemeine Formel:

$$\mu_{Rb_2SO_4} = \begin{matrix} \alpha \; 1,5032 \text{ oder } 1 \\ \beta \; 1,5033 \\ \gamma \; 1,5044 \end{matrix} + \frac{364\;217}{\lambda^2} - \frac{111\;239\;000\;000}{\lambda^4} + \cdots.$$

Die Constante A für den α-Index wird am genauesten zu 1,5032 für Wellenlängen von Roth bis zu gelbem *Na*-Licht und zu 1,5031 jenseit desselben angenommen. Die obige Formel reproducirt dann die Exponenten mit grosser Genauigkeit; die daraus berechneten Werthe sind identisch bis zum Thalliumlicht, die Differenzen für *F*-Licht sind nur 0,0002 und für *G*-Licht 0,0005.

Die Thatsache, dass die β-Exponenten näher an α als an γ sind, beweist die positive Natur der Doppelbrechung.

Brechung des schwefelsauren Rubidiums bei höheren Temperaturen. Diese Beobachtungen waren von besonderem Interesse, da zu erwarten war, dass der Unterschied zwischen den zwei dem α- und β-Exponenten entsprechenden Bildern deutlicher werden könnte, wenn man die Temperatur erhöhte. Eines der drei vorher erwähnten, diese Exponenten liefernden Prismen wurde daher erst mit dem gewöhnlichen Ocular untersucht. Bei 60° wurde noch kein Unterschied beobachtet, die Stellungen der Bilder waren noch identisch. Als die Temperatur sich 100° näherte, begannen die Bilder sich zu trennen, und bei 100° waren sie 2′ entfernt und deutlich getrennt. Bei 140° hatte die Differenz sich auf 3′ gesteigert und bei 180° auf 5′. Ausserdem wurde festgestellt, dass das dem niedrigsten Brechungsexponent α entsprechende Bild erzeugt wurde durch Licht, dessen Schwingungsrichtung parallel der Verticalaxe c war, während die Schwingungsrichtung des β-Bildes parallel der Axe b war. Dieses ist dem Verhalten bei gewöhnlicher Temperatur entgegengesetzt. Die beiden Bilder bewegten sich auch gegen die Richtung des einfallenden Lichtes, eine regelmässige Verminderung des Brechungsvermögens durch Temperaturerhöhung andeutend. Ein zweites Prisma, dessen Schwingungsrichtungen parallel den Axen a und b waren, wurde ebenfalls untersucht; die zwei, diesen beiden Schwingungsrichtungen entsprechenden, Bilder behielten ihre Entfernung (6′—7′) von einander, während sie sich der Einfallsrichtung näherten.

Es kommt demnach die grösste Veränderung in der optischen Elasticität für Temperaturerhöhung der Axe *c* zu, und die Veränderungen der Elasticität längs der zwei anderen Axen *a* und *b* sind ungefähr gleich.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist die Axe *c* die mittlere optische Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$; ihr Werth aber ist so wenig abweichend von jenem der grösseren Elasticität $\mathfrak{a}$ längs der *b*-Axe, dass die zwei Exponenten für irgend eine Wellenlänge sich nur um 0,0001—0,0002 unterscheiden. Wenn man den Krystall erwärmt, so nimmt die optische Elasticität längs der Axe *c* zu und die Brechungsexponenten nehmen umgekehrt ab, relativ mehr als die den anderen Axen entsprechenden, nähern sich also dem Werthe längs der Axe *b*, bis für eine Temperatur zwischen 20° und 100°, welche für jede Wellenlänge verschieden ist, die Werthe längs der zwei Axen *c* und *b* identisch werden und der Krystall augenscheinlich ein einaxiger ist, wobei die einzige optische Axe in der Axe *a* liegt. Nachher überschreitet die Elasticität längs der *c*-Axe diejenige längs der *b*-Axe und wird die grösste, während die Elasticität längs der *b*-Axe die mittlere wird. Die Veränderung fährt fort, bis bei 180° die Werthe der α- und β-Exponenten ungefähr so weit entfernt sind, als diejenigen der gleichzeitig sich ändernden Werthe für die Axen *a* und *b*.

Also ist die Orientirung der optischen Elasticitätsaxen für Temperaturen höher als diejenige, bei welcher für irgend eine besondere Wellenlänge die Elasticität längs den Axen *b* und *c* identisch ist und bis zu etwa 180°, $\underset{+}{\mathfrak{c}}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{a}$, während gezeigt worden ist, dass sie bei gewöhnlicher Temperatur $\underset{+}{\mathfrak{c}}\,\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}$ ist. Jenseits 180° wird wahrscheinlich der Krystall negativ, weil die mittlere Elasticität der kleinsten Elasticität sich mehr nähert, und dann wird auch die Axe *c* erste, anstatt zweite Mittellinie werden.

Die Resultate der Temperaturmessungen sind in der Tabelle auf S. 52 zusammengestellt; die Werthe für die gewöhnliche Temperatur wurden mit denselben zwei Prismen erhalten, welche zu den Temperaturbestimmungen gebraucht wurden.

Wie früher gezeigt wurde, gilt die bei den Sulfaten von Kalium und Cäsium angegebene Regel, dass die grösste durch Erwärmung hervorgebrachte Veränderung der optischen Elasticität längs der *c*-Axe vorkommt und dass die Veränderungen in den Richtungen der zwei anderen Axen approximativ gleich sind, auch für das schwefelsaure Rubidium, und führt zu interessanten Schlüssen. Der Betrag der Differenz für 160° zwischen den der *c*-Axe entsprechenden Brechungsexponenten ist 0,0059—61, während derjenige für die *a*- und *b*-Axen 0,0050—54 und 0,0049—51 ist.

Optische Elasticitätsaxen des schwefelsauren Rubidiums. Wenn man dieses Verhältniss aus den Brechungsexponenten berechnet

Refraction des schwefelsauren Rubidiums bei verschiedenen Temperaturen.

Index	Natur des Lichtes	Bei gewöhnl. Temperatur (18°—20°)	Bei 60°	Bei 100°	Bei 140°	Bei 180°
α Schwing.-Richt. par. Axe *b* bei niedrigen Temp. u. par. Axe *c* bei höh.	*Li*	1,5111	1,5104	1,5084	1,5069	1,5050
	C	1,5115	1,5108	1,5088	1,5073	1,5054
	Na	1,5135	1,5126	1,5108	1,5091	1,5075
	Tl	1,5158	1,5149	1,5130	1,5111	1,5098
	F	1,5184	1,5176	1,5158	1,5144	1,5125
β Schwing.-Richt. par. Axe *c* bei niedrigen Temp. u. par. Axe *b* bei höh.	*Li*			1,5088	1,5077	1,5060
	C	identisch	identisch	1,5092	1,5081	1,5064
	Na	mit den	mit den	1,5112	1,5099	1,5085
	Tl	α-Werthen	α-Werth.	1,5134	1,5122	1,5108
	F			1,5162	1,5152	1,5135
γ Schwingungsrichtung parallel Axe *a*	*Li*	1,5124	1,5115	1,5098	1,5086	1,5070
	C	1,5128	1,5119	1,5102	1,5090	1,5074
	Na	1,5149	1,5137	1,5124	1,5110	1,5096
	Tl	1,5170	1,5160	1,5146	1,5132	1,5117
	F	1,5195	1,5187	1,5174	1,5160	1,5145

welche in der Tabelle gegeben sind, worin die wahre Beziehung der α- und β-Werthe gezeigt wird, erhält man die folgenden Zahlen:

$$a : b : c = 0,9991 : 1 : 0,9999.$$

Dieses entspricht der Orientirung $\underset{+}{\mathfrak{c}}\,\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}$.

Das Verhältniss aus den Brechungsexponenten bei 180° berechnet ist:

$$a : b : c = 0,9993 : 1 : 1,0006.$$

Dieses entspricht der Orientirung $\mathfrak{c}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{a}$.

Die ausserordentliche Annäherung an die Gleichheit der Elasticität parallel den drei Axen ist klar durch diese Verhältnisse ausgedrückt.

Messungen des optischen Axenwinkels des schwefelsauren Rubidiums. Die ausserordentliche Dicke einer Platte, welche nöthig ist, um eine scharf definirte Interferenzfigur im convergenten polarisirten Lichte zu erhalten, und die ungewöhnliche Dispersion der optischen Axen, welche durch die schöne Figur im weissen Lichte und die grosse Empfindlichkeit des bei monochromatischem Lichte beobachteten Axenwinkels in Bezug auf eine Veränderung der Wellenlänge des Lichtes angedeutet wird, werden völlig durch die oben beschriebenen Beziehungen der optischen Elasticität parallel den drei Axenrichtungen erklärt.

Wenn man den Axenwinkel für *Na*-Licht aus den Brechungsexponenten

des schwefelsauren Rubidiums durch die Formel $\cos V = \sqrt{\frac{\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}}{\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}}}$ berechnet und die Werthe von β und γ aus der ersten Tabelle der Resultate nimmt, welche mit dem gewöhnlichen Ocular erhalten wurden, und dabei eine Differenz von 0,0001 zwischen den Werthen der α- und β-Exponenten annimmt, so findet man, dass der Winkel 34° beträgt, während er natürlich 0° ist, wenn jene Werthe identisch angenommen werden. Es scheint auf den ersten Blick erstaunlich, dass eine so kleine Differenz in dem Brechungsexponent, kaum experimentell bemerkbar, eine so grosse Veränderung des optischen Axenwinkels hervorbringen kann. Wenn man den α-Werth um 0,0002 niedriger als den β-Werth annimmt, so wird der berechnete Axenwinkel 47°. Das schwefelsaure Rubidium bietet daher eine extreme Erläuterung zu der vorher erwähnten Thatsache, dass die obige Formel nur sehr approximative Werthe des optischen Axenwinkels liefern kann und dass eine wirkliche Messung desselben immer vorzuziehen ist. Es ist aber offenbar, dass umgekehrt eine experimentelle Bestimmung des Axenwinkels des schwefelsauren Rubidiums ein Mittel liefert, um die Differenz zwischen den α- und β-Brechungsexponenten auf vier Decimalstellen genau festzustellen. Die bestimmten wahren optischen Axenwinkel werden später für diesen Zweck benutzt werden.

Es ist jetzt gezeigt worden, dass die Differenz zwischen den Exponenten α und β für Licht bis zum Blau des Spectrums 0,0002 nicht merklich überschreiten kann, sonst würde man zwei verschiedene Bilder des Spectrometerspaltes beobachten; ferner dass eine so kleine Differenz einer Trennung der optischen Axen von ungefähr 50° entspricht, während der Winkel ungefähr 35° sein würde, wenn die Differenz 0,0001 wäre und 0°, wenn die Exponenten identisch wären. Nun ist es kaum wahrscheinlich, dass die zwei Exponenten ganz gleich entfernt von einander für alle Wellenlängen des Lichtes sind, sondern dass kleine Differenzen vorkommen einer Ordnung, welche nur durch die fünfte Decimalstelle repräsentirt werden können, sehr kleinen Differenzen in der optischen Elasticität des Krystalles parallel den krystallographischen Axen b und c für verschiedene Wellenlängen des Lichtes entsprechend. Solche kleine Differenzen müssen aber in Rücksicht auf die vorhergehenden Betrachtungen verhältnissmässig sehr grosse Veränderungen des optischen Axenwinkels hervorrufen; es ist also sehr wahrscheinlich, dass das schwefelsaure Rubidium sehr beträchtliche Dispersion der optischen Axen zeigen wird.

Es ist auch zu erwarten, dass verschiedene Krystalle etwas verschiedene Axenwinkel besitzen werden. Denn die Differenzen in der vierten Decimalstelle zwischen den verschiedenen durch verschiedene Krystalle

gelieferten Bestimmungen desselben Brechungsexponenten können nich ganz den Versuchsfehlern zugeschrieben werden; es ist viel wahrscheinlicher, dass geringe Unterschiede der optischen Elasticität vorkommen, ebenso wie scheinbar vollkommene Krystalle kleine Differenzen (Wachsthumsfehler) in den Flächenwinkeln darbieten. Diese kleinen Abweichungen, welche gar keine Wichtigkeit in solchen Fällen besitzen, wo die Elasticitätsverhältnisse sehr verschieden sind, werden also bei dem Rubidiumsulfate relativ grosse Differenzen der optischen Axenwinkel hervorbringen.

Messungen des Axenwinkels in Luft $2E$. Fünf Platten vom schwefelsauren Rubidium senkrecht zur ersten Mittellinie (die Axe a) wurden bei den Messungen verwendet. Drei davon wurden mit Hülfe des neuen Instrumentes geschliffen und polirt und zwei wurden durch Krystalle des in Fig. 8 repräsentirten Typus gebildet, mit vorherrschenden gut ausgebildeten Makropinakoidflächen. Die ersten vier Platten hatten 3—4½ mm Dicke und Nr. 5 war die vorher erwähnte 8 mm dicke Platte. Der mögliche Versuchsfehler für die ersten vier Platten ist nicht weniger als 2°, wegen der Breite der Hyperbeln. Die fünfte sehr dicke Platte gestattete viel genauere Messungen, denn die Hyperbeln waren sehr scharf ausgeprägt. Alle fünf Platten wurden ungedeckt gebraucht. Die folgenden Werthe wurden erhalten.

Scheinbarer optischer Axenwinkel in Luft $2E$ von Rb_2SO_4.

Natur des Lichtes:	Platte 1:	Platte 2:	Platte 3:	Platte 4:	Platte 5:
Li	63° 40′	35° 20′	52° 40′	36° 45′	36° 25′
C	65 35	37 10	55 0	38 45	38 35
Na	70 50	44 45	59 40	46 0	46 20
Tl	76 35	50 0	65 0	53 10	52 10
F	83 35	58 10	70 30	58 40	61 50
G	91 5		79 10		

Die obigen Resultate stimmen völlig mit den Erwartungen überein, welche aus den Beziehungen der optischen Elasticitätsverhältnisse abgeleitet wurden. Verschiedene Krystalle zeigen sehr beträchtliche Unterschiede zwischen den Werthen von $2E$ und daher auch von dem wahren Axenwinkel im Krystalle, und zwar kann man sagen, dass jeder Krystall vom schwefelsauren Rubidium seinen eigenen Axenwinkel besitzt, abhängig von äusserst geringen Differenzen in der Structur, welche durch entsprechend geringe Störungen während der Bildung, oder sehr geringe Spuren von Unreinigkeiten, besonders von beigemengten isomorphen schwefelsauren Salzen von Kalium oder Cäsium, hervorgebracht werden. Es ist ganz gut denkbar, dass von Lang wirklich einen negativen Krystall des

schwefelsauren Rubidiums hatte, welcher etwas schwefelsaures Cäsium enthielt. Er giebt 64° für den approximativen Werth von $2E$ an.

Wie die Tabelle zeigt, existirt auch eine sehr beträchtliche Dispersion der optischen Axen; dieselbe variirt zwischen Li- und F-Licht von 18° bis 25° bei den verschiedenen beobachteten Krystallen.

Die Axenwinkelphänomene des schwefelsauren Rubidiums sind so ungewöhnlich und interessant wegen ihrer Ursache, dass eine Reihe von Photographien der durch die dicke Platte Nr. 5 gelieferten Interferenzbilder im monochromatischen Lichte angefertigt worden sind, wozu sich das neue Instrument für monochromatisches Licht als sehr geeignet erwies. Um ein möglichst grosses Gesichtsfeld zu erhalten, wurde das Polariskop einer besonders für diesen Zweck eingerichteten Form des Axenwinkelgoniometers des Groth'schen Universalapparates, welches Fuess in der letzten Zeit für den Verf. construirt hat, benutzt; die nächste Linse jedes convergenten Systems wurde entfernt, um die Einstellung einer so dicken Platte zu gestatten, ohne das Gesichtsfeld zu vermindern. Ein sehr starkes elektrisches Bogenlicht wurde als Lichtquelle gebraucht, um den Einfallsspalt des Apparates für monochromatisches Licht eng genug stellen zu können, damit ein hoher Grad von Monochromatismus erreicht und die nothwendige Expositionszeit der photographischen Platte vermindert würde. In den Reproductionen dieser Photographien (Taf. I) wurden die ersten vier Bilder bei gewöhnlicher Temperatur erhalten. Nr. 1 ist das durch grünlichblaues F-Licht erzeugte Bild, wofür die Distanz der Axen 61° 50′ ist. Nr. 2 ist das Bild für Licht der Wellenlänge der grünen Thalliumlinie, wofür der Winkel 52° 40′ ist. Nr. 3 wurde durch gelbes Licht der Wellenlängen der D-(Natrium-)Linien hervorgebracht, der Axenwinkel ist jetzt auf 46° 20′ vermindert worden. Nr. 4 wurde durch rothes Licht der Wellenlänge der Wasserstofflinie C dargestellt, wofür die Axen sich einander auf 38° 35′ genähert haben. Die für Nr. 4 angewandte photographische Platte wurde für Roth durch Cyanin empfindlich gemacht. Diese Photographien können ungefähr eine Idee der schönen Veränderungen geben, welche vorkommen, wenn man den Dispersionsapparat des monochromatischen Belichters langsam umdreht, um das Gesichtsfeld mit verschiedenen Wellenlängen nach einander zu beleuchten.

Messungen des wahren Axenwinkels $2V_a$. Es ist im Allgemeinen nicht möglich, den stumpfen Winkel der optischen Axen in Oel oder sogar in Bromnaphtalin zu beobachten wegen der grossen Dicke der Platte, welche nöthig ist, um scharfe Interferenzbilder zu erhalten und auch wegen des gewöhnlich kleinen Winkels der Axen. Ausserdem musste man wegen der Abweichungen der durch verschiedene Krystalle gelieferten Axenwinkel ein Paar Platten aus demselben Krystalle schleifen, um wahre Werthe von $2V_a$ aus den Messungen von $2H_a$ und $2H_o$ zu erhalten.

An dem Krystalle, aus welchem Platte 2 geschliffen war, wurde ein zweites Flächenpaar angeschliffen senkrecht zur zweiten Mittellinie (Axe b); also wurde der Krystall zu einem rechtwinkligen Block abgeschliffen. Krystall 4 in der Tabelle der Brechungsexponenten ist identisch mit diesem Krystalle; die zwei Prismen wurden an den Enden des rechtwinkligen Blockes mit ihren Kanten senkrecht zu einander geschliffen. Ein einziger Krystall ist also im Stande die sämmtlichen optischen Constanten einer schwach doppeltbrechenden Substanz zu liefern, und mit Hülfe des neuen Schleifapparates giebt es keine Schwierigkeit einen Krystall so vorzubereiten. Bei diesem Krystalle aber war der stumpfe Axenwinkel in Bromnaphtalin zu gross, um den Austritt der Axen zu erlauben.

Der wahre Axenwinkel wurde jedoch an vier Krystallen bestimmt durch Messungen des Winkels der Axen, welche vier von den fünf senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffene Platten zeigten, wenn sie nacheinander in zwei Flüssigkeiten eingetaucht wurden, deren Brechungsexponenten beinahe und die Mittel derselben genau identisch mit dem mittleren Brechungsexponent β des schwefelsauren Rubidiums sind. Diese Flüssigkeiten waren Benzol ($\mu_D = 1,507$) und Cedernöl ($\mu_D = 1,520$). Die in diesen zwei Flüssigkeiten beobachteten Winkel waren so gut wie identisch, daher sind die in der folgenden Tabelle gegebenen Mittelwerthe für $2V_a$ genau für jeden der angewandten Krystalle.

Bestimmungen von $2V_a$ des schwefelsauren Rubidiums durch Eintauchen in Benzol und Cedernöl.

	Platte 1:	Platte 2:	Platte 3:	Platte 5:
Li	40° 25′	22° 55′	38° 40′	28° 30′
C	41 40	23 50	39 25	29 5
Na	44 10	28 25	41 55	33 0
Tl	47 35	33 5	43 35	37 40
F	51 15	38 0	48 45	41 35
G	55 50	44 35	52 30	47 30

Man wird bemerken, dass eine beträchtliche Variation des wahren optischen Axenwinkels vorkommt, wie beim scheinbaren Winkel $2E$. Der mögliche Versuchsfehler kann 1° nicht überschreiten, so dass diese Variation einer wirklichen Eigenschaft dieses Salzes zuzuschreiben ist.

Die obigen Bestimmungen des wahren Axenwinkels bieten ein empfindliches Mittel, die Differenzen zwischen den nahe liegenden Brechungsexponenten α und β zu berechnen. Es ist nur nothwendig, in der Formel

$$\cos^2 V = \frac{\frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\gamma^2}}{\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}}$$

die experimentell bestimmten Werthe von V, β und γ einzustellen, um direct den Werth von α zu erhalten.

Aus den Maximalwerthen des Axenwinkels (Platte 1)

$$\alpha = 1{,}51078_{Li} \text{ und } 1{,}51806_{F};$$

aus den Minimalwerthen des Axenwinkels (Platte 2)

$$\alpha = 1{,}51088_{Li} \text{ und } 1{,}51820_{F}.$$

Die Werthe von β, welche in der Tabelle gegeben sind und bei den Rechnungen gebraucht wurden, sind

$$\beta = 1{,}5109_{Li} \text{ und } 1{,}5183_{F}.$$

Diese Zahlen deuten an, dass der α-Index für *Li*-Licht von dem β-Index um 0,00002—0,00012 (im Mittel 0,00006) abweicht, wofür man 0,0001 nehmen kann, wenn nur vier Decimalstellen gebraucht werden; auch dass für *F*-Licht die Abweichung 0,00010—0,00024 (im Mittel 0,00017) ist, wofür 0,0002 gesetzt werden kann. Die in der zweiten Tabelle gegebenen Werthe der Brechungsexponenten α repräsentiren daher genau die Beziehungen dieser zu den anderen zwei Reihen von Brechungsexponenten.

Die Axenwinkelphänomene des schwefelsauren Rubidiums bei höheren Temperaturen. Aus den Beobachtungen der Brechung bei höheren Temperaturen war, wie dies Seite 50 ausführlich erörtert wurde, zu erwarten, dass, wenn man eine Platte senkrecht zur ersten Mittellinie (Axe a) in dem mit convergenten monochromatischen Lichte beleuchteten Polariskop unter 45° zu den Schwingungsrichtungen der gekreuzten Nicols einstellt und erwärmt, die Hyperbeln sich dem Mittelpunkte des Gesichtsfeldes nähern werden bis sie im Centrum zusammenstossen und ein Kreuz bilden, welches durch einaxige kreisförmige Ringe umgeben wird. Bei fortdauernder Erhitzung müsste das Kreuz sich wieder in zwei Hyperbeln trennen, deren Mittelpunkte nun in der Ebene ac senkrecht zu ihrer vorherigen Richtung liegen würden, und die Trennung der Axen in dieser Ebene müsste mehr und mehr wachsen mit Zunahme der Temperatur, bis sie ganz aus dem Gesichtsfelde treten würden und die Axe c die erste anstatt zweite Mittellinie werden würde. Ausserdem sollte die Temperatur, wobei das einaxige Bild sich einstellte, eine verschiedene für jede Wellenlänge sein, am niedrigsten für Roth und am höchsten für Blau wegen der grossen Dispersion der Axen.

Wenn man diese Voraussetzungen experimentell prüft, treten die Phänomene genau wie erwartet ein. Als die 8 mm dicke Platte (Nr. 5) gebraucht und mit rothem Lichte der Wellenlänge der Lithiumlinie beleuchtet wurde, beobachtete man, als die Temperatur langsam gesteigert wurde, dass die Hyperbeln sich einander ziemlich schnell längs des horizontalen Durchmessers des Gesichtsfeldes näherten, bis bei 36° sie sich im Mittelpunkte vereinigten, um ein vollkommen einaxiges Bild darzustellen. Zunächst öffneten sie sich wieder und trennten sich längs des verticalen Durchmessers.

Als das einfallende Licht plötzlich zu Gelb der Wellenlängen der Natriumlinien verändert wurde, wurden die Axen wieder etwas im horizontalen Durchmesser getrennt, aber bald darauf, bei der Temperatur 38°, vereinigten sie sich von Neuem zu dem einaxigen Bilde und gingen dann in der Verticalebene auseinander. Ebenso wurde das einaxige Bild erhalten für grünes Licht von der Wellenlänge der Thalliumlinie bei 44°, für *F*-Licht bei 51° und für *G*-Licht bei ungefähr 60°.

Die Platte wurde dann um 90° gedreht und eine Reihe Messungen des Abstandes der optischen Axen in der Ebene *ac* ausgeführt, während die Temperatur 60° war. Die Resultate sind die folgenden:

	Temperatur 60°. Axenebene $b\{010\}$
Für Licht von *Li*-Wellenlänge	$2E$ = 59° 0′
- *C*- -	57 40
- *Na*- -	52 0
- *Tl*- -	45 15
- *F*- -	32 45
- *G*- -	nur ein wenig getrennt

Eine andere Reihe Beobachtungen von $2E$ wurden mit Platte 3 ausgeführt; diese Platte zeigt einen grösseren Axenwinkel als Platte 5. Die Resultate waren:

	Axenebene $c\{001\}$		Axenebene $b\{010\}$	
	Bei 18°—20°	Bei 40°	Bei 60°	Bei 100°
Li	52° 40′	20° 0′	55° 45′	94° 5′
C	55 0	22 0	53 40	91 15
Na	59 40	27 45	49 35	87 45
Tl	65 0	36 20	36 10	83 15
F	70 30	49 0	10 0	76 55
G	79 10	62 50	Ein wenig getrennt in der Ebene $c\{001\}$	68 0

Für *Li*-Licht war das Bild einaxig bei 42°, für *C*-Licht bei 44°, für *Na*-Licht 48°, für *Tl*-Licht 52°, für *F*-Licht 58° und für *G*-Licht bei ungefähr 67°.

Um diesen ausserordentlichen Fall von Empfindlichkeit gegenüber einer Veränderung der Wellenlänge und der Temperatur völlig zu erläutern, sind zwei weitere Reihen von Photographien bei höheren Temperaturen angefertigt und auf Tafel I reproducirt worden. Die vorher beschriebenen vier Photographien wurden, nachdem die Platte in dem Erhitzungsapparate eingestellt war, bei gewöhnlicher Temperatur angefertigt, unmittelbar darnach wurde der Erhitzungsapparat mit Vorsicht langsam erwärmt vermittelst zweier sehr kleiner Bunsen'schen Brenner. Es gelang zufällig, durch Reguliren der letzten, die Temperatur während der photographischen

Aufnahme der zweiten Reihe von Interferenzfiguren beständig auf 44°, bei welcher Temperatur das einaxige Bild für *Tl*-Licht erzeugt wird, zu erhalten. Nr. 5 ist das Bild für grünlichblaues *F*-Licht und zeigt die Axen noch in ihrer ursprünglichen Ebene einen kleinen Winkel bildend. Nr. 6 ist das einaxige Bild für hellgrünes Licht von der Wellenlänge der *Tl*-Linie. Ein halber Grad Veränderung in der Temperatur reicht aus, um dieses schöne Bild zu zerstören. Nr. 7 gilt für gelbes Licht von *Na*-Wellenlänge und zeigt die Axen in der senkrechten Ebene getrennt. Nr. 8 ist die Figur für rothes *C*-Licht, wobei die Axen noch weiter in dieser Ebene auseinanderliegen

Die dritte Reihe wurde bei der Temperatur 60° aufgenommen, bei welcher das einaxige Bild für violettes *G*-Licht erzeugt wird. Nr. 9 repräsentirt dieses mit kreisförmigen Ringen, welche enger und zahlreicher sind als in dem einaxigen Bilde für *Tl*-Licht Nr. 6. Nr. 10 ist das Bild für *F*-Licht, die Axen weit in der verticalen Ebene auseinanderliegend. Nr. 11 zeigt die Axen weiter getrennt für *Tl*-Licht und Nr. 12 noch weiter für *Na*-Licht.

Während die Temperatur noch bei 60° blieb, wurden die Nicols um 45° gedreht und das Zeichen der Doppelbrechung durch eine Viertelundulationsglimmerplatte geprüft. Es wurde noch positiv gefunden, was mit den Resultaten der Brechungsmessungen bei dieser Temperatur übereinstimmt.

Vergleichung der optischen Eigenschaften der drei Sulfate.

In der folgenden Tabelle sind die Brechungsexponenten der drei Salze zusammengestellt; sie sind so geordnet, dass diejenigen, welche analogen krystallographischen Axen entsprechen, in derselben horizontalen Linie stehen.

Axenrichtung	Natur des Lichtes	K_2SO_4	Rb_2SO_4	Cs_2SO_4
		β	γ	γ
a	*Li*	1,4924	1,5120	1,5638
	C	1,4928	1,5124	1,5637
	Na	1,4947	1,5144	1,5662
	Tl	1,4967	1,5166	1,5690
	F	1,4995	1,5194	1,5725
	G	1,5024	1,5235	1,5775
		α	α	β
b	*Li*	1,4912	1,5108	1,5615
	C	1,4916	1,5112	1,5619
	Na	1,4935	1,5131	1,5644
	Tl	1,4955	1,5153	1,5672
	F	1,4982	1,5181	1,5706
	G	1,5012	1,5222	1,5736

Axenrichtung	Natur des Lichtes	K_2SO_4	Rb_2SO_4	Cs_2SO_4
		γ	β	α
c	*Li*	1,4950	1,5109	1,5569
	C	1,4954	1,5113	1,5573
	Na	1,4973	1,5133	1,5598
	Tl	1,4994	1,5155	1,5624
	F	1,5023	1,5188	1,5660
	G	1,5052	1,5224	1,5705

Man sieht hieraus, dass die Brechungsexponenten des schwefelsauren Rubidiums zwischen denjenigen der zwei anderen Salze liegen. Die wirklichen Zahlen sind beträchtlich näher denjenigen des Kaliumsalzes als denjenigen des schwefelsauren Cäsiums. Eine bündige Idee der Beziehung wird durch eine Vergleichung der Constante A der allgemeinen Formeln für die Exponenten β gegeben, denn diese Werthe sind unabhängig von der Wellenlänge.

Für K_2SO_4 $A_\beta = 1,4843$

Differenz 0,0190

- Rb_2SO_4 $A_\beta = 1,5033$

Differenz 0,0491

- Cs_2SO_4 $A_\beta = 1,5524$

Die Differenzen stehen ungefähr in dem Verhältnisse 2 : 5. Die erste Schlussfolgerung, was die optischen Eigenschaften betrifft, kann man daher in der folgenden Weise ausdrücken:

Die Brechungsexponenten des schwefelsauren Rubidiums liegen zwischen denjenigen der Sulfate von Kalium und Cäsium und näher denjenigen des Kaliumsalzes; die Differenzen zwischen den Exponenten der Sulfate von Kalium und Rubidium auf einer Seite, und denjenigen der Sulfate von Rubidium und Cäsium auf der anderen, besitzen das Verhältniss 2 : 5. Eine Zunahme des Brechungsvermögens begleitet eine Zunahme des Atomgewichtes des im Salz enthaltenen Metalles und die Zunahme wird verhältnissmässig grösser, wenn das Atomgewicht steigt.

Die Beziehungen der optischen Elasticitätsverhältnisse stellen die Natur der Veränderungen in den optischen Charakteren in klarster Weise dar, wenn man das Kalium im schwefelsauren Kalium durch Rubidium und nachher das Rubidium durch Cäsium ersetzt. Die Veränderungen der optischen Elasticität sollten von zwei verschiedenen Gesichtspunkten angesehen werden; erstens in Rücksicht auf die mittlere Veränderung, wenn man von dem Kalium- zum Rubidiumsalz und von dem Rubidium- zum Cäsiumsalz

übergeht, und zweitens in Rücksicht auf die Wirkung der verschiedenen Beträge der Veränderung längs der drei Axenrichtungen, um verschiedene Beziehungen zwischen den drei optischen Elasticitätsconstanten irgend eines Salzes hervorzubringen. Denn diese letzteren Beziehungen bestimmen vollständig den Betrag und das Zeichen der Doppelbrechung, die Entfernung der drei Brechungsexponenten und die Orientirung der optischen Axen.

Die optischen Elasticitätsverhältnisse der drei Salze sind hier zusammengestellt:

für	K_2SO_4	$a : b : c = 0,9992 : 1 : 0,9975$
-	Rb_2SO_4	$a : b : c = 0,9991 : 1 : 0,9999$
-	Cs_2SO_4	$a : b : c = 0,9989 : 1 : 1,0029$

Es wird bequem sein, bevor die Beziehungen der obigen Werthe angegeben werden, eine andere Methode des Ausdruckes der Elasticitätsverhältnisse zu betrachten, wodurch nicht allein die relativen Elasticitäten längs der Axenrichtungen irgend eines Salzes ausgedrückt werden, sondern auch die wirklichen Veränderungen der Elasticität längs aller drei Axen, wenn man von einem Salze zu einem anderen übergeht. Dieses wird erlangt, wenn man die mittlere Elasticität des schwefelsauren Kaliums als Einheit nimmt und alle anderen Elasticitäten durch ihr Verhältniss dazu ausdrückt. Das Elasticitätsverhältniss für Kaliumsulfat wird dann das oben angegebene. Die anderen Verhältnisse werden in ähnlicher Weise erhalten, wenn man den Brechungsexponent für *Na*-Licht, entsprechend der fraglichen Axe des besonderen Salzes, durch den β_{Na}-Exponent des schwefelsauren Kaliums theilt. Solche Verhältnisse repräsentiren vollständig die Veränderungen der optischen Elasticität. Die unten angegebenen so berechneten Werthe wurden für *Na*-Licht erhalten, aber identische Werthe werden auch erhalten, wenn die Rechnungen für *C*- oder *Tl*-Licht gemacht werden.

Für	K_2SO_4	$a : b : c =$	0,9992 :	1	: 0,9975		
			130	129	106		
-	Rb_2SO_4	$a : b : c =$	0,9862 :	0,9871 :	0,9869	oder	0,9991 : 1 : 0,9999
			326	324	294		
-	Cs_2SO_4	$a : b : c =$	0,9536 :	0,9547 :	0,9575	-	0,9989 : 1 : 1,0029

Die folgenden Schlussfolgerungen gehen aus diesen Beziehungen hervor:

Die optische Elasticität der Krystalle des schwefelsauren Rubidiums liegt zwischen dem grösseren Werthe der Krystalle des schwefelsauren Kaliums und dem kleineren Werthe derjenigen des schwefelsauren Cäsiums; dieses ist richtig, ob die verglichenen Richtungen analog sind oder nicht, weil der Unterschied zwischen dem Maximal- und dem Minimalwerthe der Elasticität irgend eines Salzes klein ist im Vergleiche mit den Differenzen zwischen verschiedenen Salzen. Wenn man

dieselbe Richtung für die Vergleichung wählt, ist der Werth für das Rubidiumsalz näher demjenigen des Kaliumsalzes als demjenigen des Cäsiumsalzes, ungefähr im Verhältnisse wie 2 : 5.

Dieses kann man noch auffallender ausdrücken wie folgt:

Die ellipsoidale Wellenoberfläche für Strahlen, die von einem gemeinschaftlichen Punkte ausgehen, liegt für Rubidiumsulfat zwischen den Wellenoberflächen von Kaliumsulfat und resp. Cäsiumsulfat und näher der äusseren umhüllenden Wellenoberfläche des Kaliumsalzes als der inneren Wellenoberfläche des Cäsiumsulfats, approximativ in dem Verhältnisse 2 : 5.

Ferner beobachtet man:

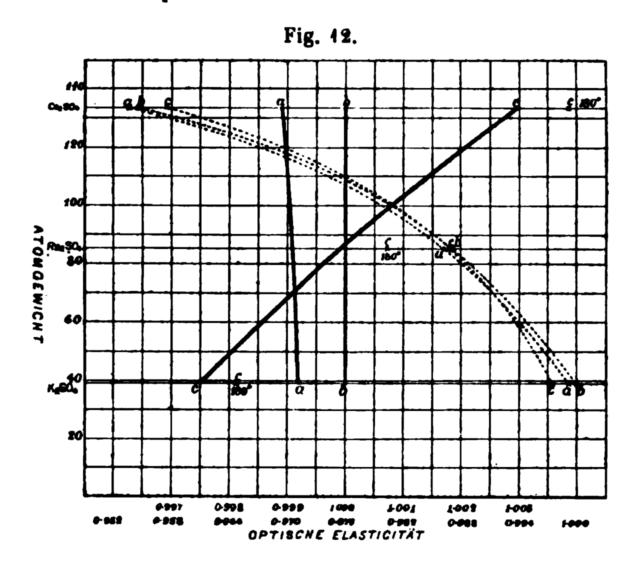
Der Betrag der Verminderung der optischen Elasticität, wenn man von einem Salze zu einem anderen übergeht, ist beinahe identisch in den Richtungen der Axen *a* und *b*, so dass das Verhältniss der Elasticitäten zu einander in diesen zwei Richtungen praktisch constant für die drei Salze bleibt. Die Veränderung der Elasticität längs der Axe *c* aber wird kleiner und dies bringt eine beträchtliche Veränderung zwischen der Elasticität längs dieser Axe und derjenigen parallel der zwei anderen Richtungen hervor.

Diese Veränderung in den Beziehungen der drei Elasticitätsaxen für irgend ein Salz wird klar ausgedrückt durch die Verhältnisse, worin *b* als Einheit genommen ist. Die Werthe der Verhältnisse $a : b$ für die Kalium-, Rubidium- und Cäsiumsalze sind praktisch identisch, 0,9992, 0,9991 und 0,9989, während die Verhältnisse $c : b$ sich beträchtlich ändern, von 0,9975 zu 1,0029. Man beobachtet aber die interessante Thatsache, dass Rubidium seine mittlere Stellung behält.

Diese Beziehungen können wie in Fig. 12 durch drei Curven graphisch ausgedrückt werden, welche die Elasticitäten längs der Axenrichtungen repräsentiren. Das Atomgewicht des im Salze enthaltenen Metalles ist als Ordinate und die optische Elasticität als Abscisse genommen. Zwei Reihen solcher Curven sind gegeben; die nahe liegenden punktirten Curven repräsentiren die wirklichen in der obigen Tabelle der Verhältnisse gegebenen Elasticitäten, worin die Elasticität des schwefelsauren Kaliums längs der *b*-Axe zur Einheit genommen ist, und die ausgezogenen Curven repräsentiren die Verhältnisse, worin die Elasticitäten jedes Salzes längs der *a*- und *c*-Axen mit der Elasticität längs der *b*-Axe als Einheit verglichen sind. Dieselben Thatsachen werden durch beide Reihen von Curven angedeutet, aber die punktirte Linie zeigt klarer die Nähe aller drei Elasticitätswerthe jedes

Salzes, während die ausgezogenen die Beziehungen dieser drei Werthe für jedes Salz am besten repräsentiren.

Fig. 12.



Die Natur dieser veränderten Beziehungen bei jedem Salze nebst den dadurch hervorgebrachten wichtigen Veränderungen in den optischen Eigenschaften müssen zunächst betrachtet werden.

Die praktisch gleiche Verminderung der optischen Elasticität längs der *a*- und *b*-Axen ist durch beinahe parallele Curven repräsentirt; in der ausgezogenen Curve ist die Einheitselasticität längs der Axe *b* natürlich durch eine gerade Linie repräsentirt und die Elasticitätscurve für die *a*-Axe ist beinahe auch eine gerade Linie, unbedeutend von der ersten divergirend. Dagegen wird beobachtet, dass die verhältnissmässig viel geringere Verminderung der Elasticität längs der *c*-Axe (durch grössere Steilheit in der unterbrochenen Curve für *c* repräsentirt), welche durch Ersetzung des leichten Kaliumatoms durch das schwerere Rubidium- oder noch schwerere Cäsiumatom hervorgebracht wird, zu einem vollkommenen Umkehren des Charakters der Doppelbrechung führt. Dieses ist graphisch ausgedrückt durch das Kreuzen der anderen Curve durch die *c*-Curve jeder Reihe. Bei dem Kaliumsalz ist die optische Elasticität im Minimum längs der *c*-Axe, während bei dem Cäsiumsalz sie im Maximum ist längs dieser Axe. Ausserdem ist der Werth der Minimal-Elasticität längs der *c*-Axe bei dem Kaliumalz weiter entfernt von dem mittleren Werthe längs der *a*-Axe, als der Maximalwerth längs der *b*-Axe ist; also ist diese Axe *c* erste Mittellinie, und weil die Elasticität hier im Minimum ist, so ist die Doppelbrechung positiv. Bei dem Cäsiumsalz ist der Werth längs der *c*-Axe von den zwei äussersten Werthen am entferntesten von dem mittleren Werthe längs

der b-Axe, so dass diese Axe wieder erste Mittellinie ist, da jedoch die Elasticität hier ein Maximum ist, so ist das Zeichen der Doppelbrechung negativ. Es bilden also die Sulfate von Kalium und Cäsium schwach (wegen der Annäherung aller drei Werthe der optischen Elasticität), aber sonst normal positiv und resp. negativ doppeltbrechende Krystalle.

Wenn nun die krystallographischen Eigenschaften dieser drei Salze Functionen des Atomgewichtes der in ihnen enthaltenen Metalle sind, so sollte die optische Elasticität längs der c-Axe des schwefelsauren Rubidiums zwischen derjenigen längs derselben Axe bei den Sulfaten von Kalium und Cäsium liegen, genau wie bei den zwei anderen Axen beobachtet wird. Es ist bewiesen worden, dass dieses in der That der Fall ist. Die Wirkung aber auf die optischen Eigenschaften ist ganz ausserordentlich; denn es verursacht, dass die Elasticität längs dieser c-Axe beinahe identisch mit dem Werthe längs der b-Axe wird und zwischen den schon nahe liegenden Werthen der optischen Elasticität längs der a- und b-Axen liegt. Daher ist schwefelsaures Rubidium eine Substanz von ausserordentlich geringer Doppelbrechung, so dass Platten von beinahe einem Centimeter Dicke nothwendig sind, um scharfe Interferenzbilder zu zeigen. Die äusserste Annäherung der mittleren und grössten Werthe der optischen Elasticität verursacht auch, dass der optische Axenwinkel des schwefelsauren Rubidiums ausserordentlich empfindlich gegen Veränderung von Wellenlänge und Temperatur und gegenüber der Anwesenheit von Spuren der zwei anderen Salze ist.

Also wird man zu der interessanten Schlussfolgerung geführt, dass die ungewöhnlichen optischen Eigenschaften des schwefelsauren Rubidiums gerade solche sind, wie sie durch die Gültigkeit einer Regel hervorgebracht werden könnten, dass die krystallographischen Charaktere streng isomorpher Salze Functionen des Atomgewichtes der in ihnen enthaltenen Metalle sind.

Diese Thatsachen können wie folgt summarisch ausgesprochen werden:

Die geringere Verminderung der optischen Elasticität längs der Axe c, verglichen mit derjenigen längs der Axen a und b, welche die Ersetzung des Kaliums durch Rubidium und des letzteren durch Cäsium begleitet, bringt eine vollständige Umkehrung der Doppelbrechung von positiv zu negativ hervor. Der mittlere Werth, welchen die Elasticität längs der c-Axe bei dem Rubidiumsalze annimmt, fällt zwischen die Werthe der Elasticität längs der Axen a und b und ist beinahe identisch mit demjenigen längs der Axe b. Da die minimalen und maximalen Werthe längs der Axen a und b sehr nahe zusammenliegen, zeigen die Krystalle des schwefelsauren Rubidiums so ausserordentlich geringe Doppelbrechung, dass eine Platte von beinahe einem Centimeter Dicke nöthig ist, um ein scharfes Interferenzbild zu liefern. Die äusserste Annäherung,

beinahe Identität, der Elasticitätswerthe für die b- und c-Axen gestattet, dass der optische Axenwinkel des schwefelsauren Rubidiums ausnahmsweise empfindlich ist gegenüber einer Veränderung der Wellenlänge des beleuchtenden Lichtes, einer Temperaturveränderung und gegen geringe Mengen isomorpher Beimengungen. Die Dispersion der optischen Axen dieses Salzes bei gewöhnlicher Temperatur zwischen den Wellenlängen der rothen Lithiumlinie und der violetten G-Linie beträgt für $2E$ ungefähr 35° und für $2V_a$ ungefähr 20°. Diese ungewöhnlichen optischen Eigenschaften des schwefelsauren Rubidiums sind allein durch die Thatsache verursacht, dass die drei Werthe der optischen Elasticität für dieses Salz zwischen denjenigen der entgegengesetzt doppeltbrechenden Kalium- und Cäsiumsalze liegen. Also sind die optischen Eigenschaften der Krystalle der drei Salze gemeinschaftlich mit ihrer geometrischen Form Functionen der Atomgewichte der in ihnen enthaltenen Metalle.

Vergleichung der optischen Eigenschaften bei höheren Temperaturen. Es ist zunächst von Interesse zu wissen, ob die obigen Beziehungen auch bei höheren Temperaturen gültig sind.

Die folgenden Regeln sind betreffend der Brechung aller drei Salze bei Temperaturen bis zu 180° beobachtet worden:

Eine regelmässige Abnahme des Brechungsvermögens, einer Zunahme der optischen Elasticität entsprechend, wird bei den Krystallen jedes der drei Salze beobachtet, wenn die Temperatur gesteigert wird.

Die Verminderung im Brechungsexponent ist am grössten für Strahlen, deren Schwingungsrichtungen parallel zur Verticalaxe c sind, und umgekehrt nimmt die optische Elasticität in dieser Richtung mit einer grösseren Schnelligkeit zu als entlang der beiden anderen Axen a und b, in welchen Richtungen die Veränderungen approximativ gleich sind. Es ist von Wichtigkeit, dass eine grössere Ausdehnung durch die Wärme auch in der Richtung der Verticalaxe c beobachtet worden ist.

Die Wirkung dieser verschiedenen Veränderung der optischen Elasticität längs der c-Axe, verglichen mit derjenigen längs der beiden anderen Richtungen, wird am klarsten durch die, aus den Brechungsexponenten für 180° berechneten Elasticitätsverhältnisse ausgedrückt. Diese sind:

Für K_2SO_4	$a : b : c =$	0,9992	: 1	: 0,9981		
		136	137	112		
- Rb_2SO_4	$a : b : c =$	0,9856	: 0,9863	: 0,9869	oder	0,9993 : 1 : 1,0007
		327	322	291		
- Cs_2SO_4	$a : b : c =$	0,9529	: 0,9541	: 0,9578	-	0,9987 : 1 : 1,00[illegible]

Wenn man diese Verhältnisse mit denjenigen für gewöhnliche Temperaturen vergleicht, so bemerkt man, dass die Beziehung der optischen Elasticitäten längs irgend einer Axe bei den drei Salzen genau dieselbe bleibt innerhalb der Fehlergrenze, welch letztere natürlich bei diesen höheren Temperaturbestimmungen etwas grösser, ungefähr 0,0003 ist. Dieselbe geringere Verminderung der optischen Elasticität längs der c-Axe wird beobachtet, wenn man von einem Salze zu einem anderen übergeht, während die grösseren Beträge der Verminderung längs der a- und b-Axen approximativ gleich sind. Die Zunahme des wirklichen Werthes der optischen Elasticität, welche durch die Temperaturerhöhung hervorgebracht wird, ist natürlich nicht durch diese Verhältnisse angedeutet, weil der neue Werth der Elasticität längs der b-Axe des Kaliumsulfats für 180° als Einheit genommen worden ist. Sie könnte ausgedrückt werden, wenn der Werth für gewöhnliche Temperatur als Einheit genommen würde; in diesem Falle würde die b-Elasticität des Kaliumsulfats bei 180° 1,0039 anstatt 1 werden, und alle anderen Werthe würden verhältnissmässig gesteigert werden.

Die grössere Zunahme der optischen Elasticität längs der c-Axe irgend eines Salzes, wenn die Temperatur steigt, verglichen mit derjenigen längs der beiden anderen Axen, muss man gesondert betrachten von der geringeren Verminderung beim Uebergange von einem Salze zu einem anderen, von welcher eben erst gezeigt wurde, dass sie ähnlich derjenigen bei der gewöhnlichen Temperatur sei. Die Wirkung dieser veränderten Beziehung der c-Elasticität zu der Elasticität längs der beiden anderen Axen, welche ihre Entfernung behalten, ist die, dass die ausgezogene c-Curve in Fig. 12 fast parallel mit sich selbst etwas nach rechts verschoben wird, so dass sie durch die drei mit Kreuzen bezeichneten Punkte geht. Beim Kaliumsalz nähert sich jetzt die Minimum-c-Elasticität mehr dem mittleren Werthe längs der a-Axe, bleibt aber noch etwas weiter davon entfernt, als die Maximum-Elasticität längs der b-Axe. Daher müsste der optische Axenwinkel des Kaliumsulfats mit der Temperatur zunehmen, was durch den Versuch auch gefunden wurde. Beim Cäsiumsalz aber verursacht Temperaturerhöhung, dass die c-Elasticität sich noch weiter vom mittleren Werthe längs der b-Axe entfernt, wodurch der optische Axenwinkel bei der Erhitzung sich vermindern müsste, was ebenfalls mit der experimentellen Beobachtung übereinstimmt. Bei dem interessanten Falle des Rubidiumsulfats liegt die neue Stellung der c-Axe auf der entgegengesetzten Seite der b-Elasticität für die gewöhnliche Temperatur und so weit auf der anderen Seite bei 180°, dass sie beinahe so weit entfernt von dem jetzt mittleren Werthe längs der b-Axe, als die Minimum-Elasticität längs der a-Axe ist. Es ist also bei dieser hohen Temperatur die Ordnung der b- und c-Axen umgekehrt und die optische Axenebene von ab in ac übergegangen; die Doppelbrechung ist noch positiv und die Axe a erste Mittellinie, eine ganz geringe

Temperaturerhöhung reicht indessen hin, um die Doppelbrechung negativ und die Axe *c* zur ersten Mittellinie zu machen.

Also ist die Ueberholung der optischen Elasticität *b* durch diejenige längs der *c*-Axe die Ursache der schönen optischen Axenwinkelphänomene des schwefelsauren Rubidiums, welche beobachtet werden, wenn man eine Platte senkrecht zur ersten Mittellinie *a* erwärmt. Man kann jetzt völlig verstehen, warum eine so geringe Temperaturerhöhung ein Kreuzen der optischen Axenebene hervorbringen kann, denn die Elasticität *c* bei gewöhnlicher Temperatur ist so nahe dem *b*-Werthe, dass verhältnissmässig wenige Grade Erhitzung genügen, um den *c*-Werth identisch mit dem *b*-Werthe zu machen und so die rasche Annäherung der optischen Axen aneinander bis zum Auftreten des einaxigen Bildes zu bewirken, wonach bei noch weiterer Erhitzung der *c*-Werth den *b*-Werth übertrifft und die optischen Axen sich wieder in der senkrechten Ebene trennen. Natürlich wird wegen der starken Dispersion der optischen Axen die Einaxigkeit zuerst für Roth und bei etwas höheren Temperaturen für die anderen Farben nach einander eintreten.

Es giebt noch einen anderen Punkt bezüglich dieser relativ grösseren Zunahme der optischen Elasticität längs der *c*-Axe, welcher bemerkenswerth ist. Die Entfernung der Curve für diese Axe bei 180° von derjenigen für die gewöhnliche Temperatur ist nicht durchaus gleich, das heisst die Curven sind nicht parallel; sie weichen von einander mit der Zunahme des Atomgewichtes des in dem Salze enthaltenen Metalles ab und ihre Entfernung für das Rubidiumsalz liegt in der Mitte zwischen jener bei dem Kalium- und Cäsiumsalz. Die Differenz zwischen den *c*-Verhältnissen des schwefelsauren Kaliums bei gewöhnlicher Temperatur und bei 180° ist 0,0006, für das Rubidiumsalz 0,0008 und für Cäsiumsulfat 0,0010; und zwar ist es auffallend, wie vollkommen Rubidiumsulfat seine mittlere Stellung sogar in Rücksicht auf das geringste Detail der krystallographischen Eigenschaften behält.

Diese Thatsachen kann man wie folgt zusammenfassen:

Die Beziehungen zwischen den optischen Elasticitäten der drei Sulfate bei gewöhnlicher Temperatur werden noch bei höheren Temperaturen bewahrt; Rubidiumsulfat behält immer seine mittlere Stellung inne. Also ist die Behauptung, dass die optischen Eigenschaften der Krystalle der drei Salze Functionen des Atomgewichtes der in ihnen enthaltenen Metalle sind, von der Temperatur unabhängig.

Die durch Temperaturerhöhung hervorgebrachte grössere Beschleunigung der optischen Elasticität längs der *c*-Axe bringt eine ausserordentliche Veränderung in den optischen Eigenschaften des Rubidiumsulfats hervor. Beim Kalium-

sulfat bewirkt sie nur eine kleine Zunahme des optischen Axenwinkels und beim Cäsiumsulfat eine kleine Abnahme. Bei dem Rubidiumsulfat aber verursacht sie, dass die optische Elasticität längs der *c*-Axe, welche bei gewöhnlicher Temperatur die mittlere Elasticität und nur wenig geringer als das Maximum längs der *b*-Axe ist, sich dem Werth der *b*-Elasticität nähert und für eine sehr geringe Steigerung der Temperatur identisch damit wird, wodurch der Krystall optisch einaxig wird. Bei weiterer Erhitzung überschreitet die *c*-Elasticität den *b*-Werth und wird die maximale Elasticität. Wenn man daher eine zur ersten Mittellinie *a* senkrechte Platte erwärmt, nähern sich die den optischen Axen entsprechenden Hyperbeln in ihrer Ebene *ab* einander, bis sie sich in der Mitte des Gesichtsfeldes vereinigen, um in das einaxige Bild überzugehen; bei fortdauernder Erhitzung trennen sich die Axen in der senkrechten Ebene *ac* wieder und ihre Entfernung nimmt immer mehr zu bis sie aus dem Gesichtsfelde treten und die Axe *c* erste Mittellinie und die vorher positive Doppelbrechung negativ wird. Wegen der grossen Dispersion der optischen Axen (über 30° zwischen roth und violett) wird das einaxige Bild für verschiedene Wellenlängen bei verschiedenen auf einander folgenden Temperaturen eintreten, zuerst für Roth, zuletzt für Violett; die Mitteltemperatur für die Entstehung des einaxigen Bildes liegt bei ungefähr 50°. Diese ausserordentlichen optischen Eigenschaften des schwefelsauren Rubidiums sind also die natürliche Folge der gegenseitigen Beziehungen der drei optischen Elasticitätswerthe dieses Salzes, hervorgerufen durch die Wirkung der oben festgestellten Regel, welche die optischen Eigenschaften mit dem Atomgewichte des in dem Salze enthaltenen Metalles verbindet.

Es wird zunächst interessant sein zu fragen, ob irgend ein Zusammenhang zwischen den Beziehungen der optischen Elasticität und den Volumbeziehungen zu beobachten ist.

Was die Volumänderungen bei der Ersetzung eines Metalles durch ein anderes anbetrifft, so wurde gezeigt, dass die topischen Axen zunehmen mit der Zunahme des Atomgewichtes des metallischen Atoms und dass die *b*-Axe am meisten und die *a*-Axe am wenigsten verlängert wird. Wenn man auf die wirklichen Werthe der topischen Axen zurückgeht, so sieht man, dass die Verlängerung längs der *b*-Axe beinahe zweimal so gross als diejenige längs der *a*-Axe ist; die Beträge sind 385 zu 216. Die Längen dieser Axen sind aber beinahe in diesem Verhältnisse, 1 zu 0,5727. Wenn die Einheitslänge sich um 385 ausdehnt, sollte 0,5727 sich ausdehnen um 220. Also

dehnen sich diese Axen beinahe genau im Verhältniss ihrer Längen aus. Wenn man dagegen die Beziehungen der Axen *b* und *c* betrachtet, so bemerkt man, dass der Betrag der Ausdehnung beinahe in jeder Richtung gleich ist, während die ursprünglichen Längen sich wie 1 zu 0,7418 verhalten. Also verlängert sich die *c*-Axe verhältnissmässig zu ihrer Länge viel mehr als die *b*-Axe.

Was die optische Elasticität betrifft, so ist bewiesen worden, dass die Veränderungen durch Eintreten eines schwereren Metalles ebenfalls ähnlich sind; die Beziehungen der *a*- und *b*-Axen bleiben beinahe dieselben, während das Verhältniss *c* : *b* sehr beträchtlich zunimmt.

Also ist es klar, dass die Beziehungen der Werthe der optischen Elasticität längs der drei Axenrichtungen in ähnlicher Weise variiren wie die relativen Längen der Axen. Es ist aber scheinbar kein Zusammenhang zwischen ihren numerischen Werthen; die wirklichen Werthe sind verschiedener Ordnung, denn während die *b*-Axe die längste bei allen drei Salzen ist und die *a*-Axe die kürzeste, ist die Ordnung der optischen Elasticitäten ganz verschieden. Ausserdem ist die Zunahme in den Längen aller Axen, wenn das Atomgewicht steigt, von einer Abnahme der optischen Elasticität längs aller Axenrichtungen begleitet.

Aus den obigen Betrachtungen kann man zum folgenden Schlusse kommen:

Ein Zusammenhang wird zwischen den Beziehungen der Werthe der optischen Elasticität längs der drei Richtungen der krystallographischen Axen und den Beziehungen der Längen dieser Axen beobachtet; eine sehr geringe Veränderung des Verhältnisses *a* : *b* findet in beiden Fällen statt und eine viel grössere in dem Verhältnisse *c* : *b*, und diese Veränderungen finden nach denselben Richtungen für die beiden Eigenschaften statt. Die wirklichen Werthe scheinen keine Beziehung zu zeigen mit Ausnahme der, dass die Werthe für Rubidiumsulfat immer dazwischen liegen. Es ist daher wahrscheinlich, dass der wirkliche Werth der optischen Elasticität nicht eine Function des Krystallelementes, des physikalischen Moleküls, sondern des chemischen Moleküls ist. Die Thatsache, dass die optische Elasticität in einer der Modificirung der Axenverhältnisse analogen Weise modificirt wird, scheint die Voraussetzung zu bestätigen, dass das Krystallelement selbst mit einer ähnlichen Symmetrie wie diejenige des Krystalles begabt ist in Bezug auf die innere Anordnung der chemischen Moleküle, aus denen es aufgebaut ist.

Molekulare optische Constanten.

Da man annehmen kann, dass bei einer streng isomorphen Reihe solcher Salze wie die untersuchten Sulfate, die Krystallelemente aus derselben

Anzahl von Molekülen zusammengesetzt werden, so ist es wahrscheinlich, dass die molekularen Refractionen und Dispersionen, aus den Formeln von Lorenz oder von Gladstone und Dale berechnet, streng vergleichbare Werthe sein werden, ob sie Functionen des Krystallelementes, des chemischen Moleküls oder der beiden zusammen sind.

Die specifischen und molekularen Refractionen sind daher für die Wellenlängen der zwei Wasserstofflinien C und G dieselben Strahlen, welche auch Brühl in Betracht zieht, berechnet worden. Die Differenz ist als die Dispersion angenommen. Die Constanten sind nach analogen Richtungen in den Krystallen der drei Salze angeordnet.

Refractionsconstante.

Specifische Refraction $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d} = \mathfrak{N}$.

Für die Linie $C(H_\alpha)$	a.	Diff.:	b.	Diff.:	c.	Diff.:
K_2SO_4	0,1092	260	0,1089	259	0,1096	265
Rb_2SO_4	0,0832	65	0,0830	65	0,0831	72
Cs_2SO_4	0,0767		0,0765		0,0759	

Molekulare Refraction $\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{M}{d} = \mathfrak{M}$.

Für die Linie $C(H_\alpha)$	a.	Diff.:	b.	Diff.:	c.	Diff.:
K_2SO_4	18,99	3,17	18,96	3,16	19,08	3,05
Rb_2SO_4	22,16	5,55	22,12	5,51	22,13	5,32
Cs_2SO_4	27,71		27,63		27,45	

Specifische Refraction $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d} = \mathfrak{N}$.

Für die Linie $G(H_\gamma)$	a.	Diff.:	b.	Diff.:	c.	Diff.:
K_2SO_4	0,1110	263	0,1107	262	0,1115	269
Rb_2SO_4	0,0847	65	0,0845	65	0,0846	72
Cs_2SO_4	0,0782		0,0780		0,0774	

Molekulare Refraction $\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{M}{d} = \mathfrak{M}$.

Für die Linie $G(H_\gamma)$	a.	Diff.:	b.	Diff.:	c.	Diff.:
K_2SO_4	19,31	3,26	19,27	3,25	19,40	3,13
Rb_2SO_4	22,57	5,69	22,52	5,66	22,53	5,45
Cs_2SO_4	28,26		28,18		27,98	

Dispersionsconstante.

	Specifische Dispersion $\mathfrak{N}_G - \mathfrak{N}_C$			Molekulare Dispersion $\mathfrak{M}_G - \mathfrak{M}_C$		
Axen	a.	b.	c.	a.	b.	c.
K_2SO_4	0,0018	0,0018	0,0019	0,32	0,31	0,32
Rb_2SO_4	0,0015	0,0015	0,0015	0,41	0,40	0,40
Cs_2SO_4	0,0015	0,0015	0,0015	0,55	0,55	0,53

Hieraus ergeben sich die folgenden Beziehungen zwischen den Werthen für die drei Salze:

Die molekulare Refraction und Dispersion der Krystalle der normalen Sulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium, nach der Formel von Lorenz berechnet, nimmt mit dem Atomgewichte des in dem Salze enthaltenen Metalles zu, so dass die Werthe für das Rubidiumsalz zwischen denjenigen für die Kalium- und Cäsiumsalze liegen. Die Zunahme steigt mit der Steigerung des Atomgewichtes, so dass die Differenzen zwischen den Constanten für die Cäsium- und Rubidiumsalze grösser als diejenigen zwischen den Werthen für die Rubidium- und Kaliumsalze sind. Diese Sätze gelten in gleicher Weise, ob analoge Richtungen für die Vergleichung ausgewählt werden oder nicht, und im Falle der Refraction für irgend welche Wellenlänge die Vergleichung gemacht wird. Es wird aber beobachtet, dass die Zunahme längs der Richtung der Verticalaxe *c* langsamer als entlang der Richtungen der beiden seitlichen Axen fortschreitet, in welchen zwei letzteren Richtungen die Schnelligkeit der Zunahme beinahe identisch ist.

Die obigen Beziehungen stimmen völlig mit denjenigen der Elasticitätsverhältnisse überein. Man kann zunächst fragen, ob ähnliche Beziehungen erhalten werden bei den aus der Formel von Gladstone und Dale berechneten Molekularrefractionen. Die folgenden sind die Werthe von $\frac{n-1}{d}M$ für die Wellenlänge der rothen Wasserstofflinie C:

	a.	Diff.:	b.	Diff.:	c.	Diff.:
K_2SO_4	32,22		32,14		32,39	
		5,61		5,60		5,36
Rb_2SO_4	37,83		37,74		37,75	
		10,22		10,15		9,75
Cs_2SO_4	48,05		47,89		47,50	

Man wird gleich bemerken, dass ganz ähnliche Beziehungen erhalten werden, wie bei Anwendung der Lorenz'schen Formel.

Man kann jetzt weiter fragen, ob diese Beziehungen bloss zufällig für die gewöhnliche Temperatur oder gültig für alle in Betracht kommenden Temperaturen sind. Da die Veränderungen der Dichtigkeit und Refraction für Temperaturerhöhung bestimmt worden sind, kann man die molekulare Refraction für eine höhere Temperatur gerade berechnen. Die höchste Temperatur der Refractionsversuche, 180°, ist für die Vergleichung ausgewählt worden.

Aus den Bestimmungen der kubischen Ausdehnung der Salze wurden ihre specifischen Gewichte bei $\frac{180^\circ}{4^\circ}$ durch Berechnung wie folgt gefunden:

K_2SO_4 2,6080; Rb_2SO_4 3,5377; Cs_2SO_4 4,1585.

Die specifischen und die molekularen Refractionen, berechnet vermittelst der Lorenz'schen Formel aus den obigen Dichtigkeiten und den Brechungsexponenten bei 180° für die Wellenlängen der *Na*-Linien sind die folgenden:

Specifische Refraction.

	a.	Diff.:	b.	Diff.:	c.	Diff.:
K_2SO_4	0,1107		0,1105		0,1111	
		262		261		269
Rb_2SO_4	0,0845		0,0844		0,0842	
		65		67		72
Cs_2SO_4	0,0780		0,0777		0,0770	

Molekulare Refraction.

	a.	Diff.:	b.	Diff.:	c.	Diff.:
K_2SO_4	19,27		19,23		19,32	
		3,25		3,25		3,12
Rb_2SO_4	22,52		22,48		22,44	
		5,66		5,61		5,40
Cs_2SO_4	28,18		28,09		27,84	

Die molekularen Refractionen für 180° und die Linie *C* nach der Formel von Gladstone und Dale berechnet sind wie nachstehend:

	a.	Diff.:	b.	Diff.:	c.	Diff.:
K_2SO_4	32,54		32,44		32,63	
		5,70		5,72		5,46
Rb_2SO_4	38,24		38,16		38,09	
		10,38		10,28		9,85
Cs_2SO_4	48,62		48,44		47,94	

Die Werthe für die Molekularrefraction bei 180°, aus beiden Formeln berechnet, sind also beinahe identisch mit denjenigen für die gewöhnliche Temperatur und ihre Beziehungen sind genau dieselben. Man kann daher betreffs der Molekularrefraction die folgende weitere Schlussfolgerung hinzufügen:

Die nach der Formel von Gladstone und Dale berechneten molekularen Refractionen zeigen genau ähnliche Beziehungen wie jene nach der Lorenz'schen Formel abgeleiteten. Ausserdem sind die Werthe der specifischen und molekularen Refraction für die Temperatur von 180° praktisch identisch mit denjenigen für die gewöhnliche Temperatur und zeigen genau dieselben Beziehungen. Die Beziehungen zwischen den Refractionsconstanten der drei Salze sind also von der Temperatur ganz unabhängig.

Zusammenfassung der Schlussfolgerungen.

Die Hauptresultate dieser Untersuchung sind die folgenden.

1. Die normalen Sulfalte von Kalium, Rubidium und Cäsium weichen, was ihre Löslichkeit in Wasser anbelangt, sehr von einander ab. Schwe-

felsaures Kalium ist schwer, schwefelsaures Rubidium ziemlich und schwefelsaures Cäsium leicht löslich in Wasser. Die mittlere Stellung des Rubidiums wird bei allen Temperaturen bewahrt.

2. Im Habitus nähern sich diese drei Salze einander mehr, als es bei den Kalium resp. Rubidium und Cäsium enthaltenden monosymmetrischen Doppelsulfaten beobachtet worden ist. Die vorherrschenden relativen Beträge der Entwickelung der primären Flächen aber deuten ein Fortschreiten an von dem Kalium- durch das Rubidium- zum Cäsiumsalz, d. h. dem Fortschreiten des Atomgewichtes des im Salz enthaltenen Metalles entsprechend.

3. Die Werthe aller Winkel des Rubidiumsalzes liegen ohne Ausnahme zwischen den Werthen der analogen Winkel der Kalium- und Cäsiumsalze. Die Differenzen zwischen den Grössen analoger Winkel sind kleiner als diejenigen, welche bei den Doppelsulfaten beobachtet worden sind und sind zu klein, um einen definitiven Schluss über die Beziehung der Differenzen entsprechend die Ersetzung des Kaliums durch Rubidium und des Rubidiums durch Cäsium zu gewähren.

4. Die Axenverhältnisse für Rubidiumsulfat liegen zwischen denjenigen für Kalium- und Cäsiumsulfat. Das Verhältniss $a:b$ nimmt ab, aber nur sehr wenig, wenn Kalium durch Rubidium oder letzteres durch Cäsium ersetzt wird, während das Verhältniss $c:b$ beträchtlich zunimmt.

5. Goniometrische Messungen bei höheren Temperaturen deuten an, dass Schlussfolgerungen 3. und 4. ganz unabhängig von der Temperatur sind.

6. Die Spaltungsrichtungen der drei Sulfate sind identisch und parallel dem Brachypinakoid und der Basis. Keine Spaltbarkeit ist sehr vollkommen, doch ist diejenige parallel dem Brachypinakoid die vollkommenste von beiden.

7. Das specifische Gewicht und Molekularvolum des schwefelsauren Rubidiums liegen zwischen den Werthen dieser Constanten für Kalium- und Cäsiumsulfat. Eine grössere Volumzunahme begleitet die Ersetzung des Rubidiums durch Cäsium als diejenige, welche beobachtet wird, wenn Kalium durch Rubidium ersetzt wird; das Verhältniss der respectiven Veränderungen ist 11,4 zu 8,4.

8. Die Dichtigkeiten der drei Sulfate nehmen im Verhältniss ihrer numerischen Werthe ab, wenn man ihre Temperatur erhöht, so dass die kubischen Ausdehnungscoëfficienten beinahe identisch sind; die Differenzen sind ungefähr die Fehlergrenzen. Bestimmungen der linearen Ausdehnungscoëfficienten deuten an, dass bei jedem Salze die grösste Ausdehnung in der Richtung der Verticalaxe stattfindet.

9. Die topischen Axenverhältnisse deuten an, dass die Ersetzung des Kaliums durch Rubidium und des Rubidiums durch Cäsium von

der optischen Elasticität längs der c-Axe bringt eine ausserordentliche Veränderung in den optischen Eigenschaften des Rubidiumsulfats hervor. Beim Kaliumsulfat bewirkt sie nur eine kleine Zunahme des optischen Axenwinkels, und beim Cäsiumsulfat eine kleine Abnahme. Beim Rubidiumsulfat aber verursacht sie, dass die optische Elasticität längs der c-Axe, bei gewöhnlicher Temperatur die mittlere Elasticität und nur wenig geringer als das Maximum längs der b-Axe, sich dem Werthe der b-Elasticität nähert und für eine sehr geringe Steigerung der Temperatur identisch damit wird, wodurch der Krystall optisch einaxig wird. Bei weiterer Erhitzung überschreitet die c-Elasticität den b-Werth und wird maximal. Wenn man daher eine zur ersten Mittellinie a senkrechte Platte erwärmt und sie im convergenten polarisirten Lichte beobachtet, so nähern sich die den optischen Axen entsprechenden Hyperbeln in ihrer Ebene ab einander, bis sie sich in der Mitte des Gesichtsfeldes vereinigen, um in das einaxige Bild überzugehen, worauf sie sich in der dazu senkrechten Ebene ac wieder trennen. Wegen der grossen Dispersion der optischen Axen wird das einaxige Bild bei verschiedenen auf einander folgenden Temperaturen für die verschiedenen Wellenlängen eintreten, zuerst für Roth, für *Li*-Licht bei 40° und für *G*-Licht bei 65°.

16. Ein Zusammenhang wird zwischen den Beziehungen der Werthe der optischen Elasticität längs der drei Richtungen der krystallographischen Axen und den Beziehungen der Längen der Axen beobachtet; eine sehr geringe Veränderung des Verhältnisses $a:b$ findet in beiden Fällen statt und eine viel grössere in dem Verhältniss $c:b$, und diese Veränderungen entsprechen denselben Richtungen für die beiden Eigenschaften. Die wirklichen Werthe scheinen keine Beziehung zu besitzen, mit Ausnahme der, dass die Werthe für Rubidiumsulfat immer dazwischen liegen. Es ist daher wahrscheinlich, dass der wirkliche Werth der optischen Elasticität nicht eine Function des Krystallelements, des physikalischen Moleküls, sondern des chemischen Moleküls ist. Die Thatsache, dass die optische Elasticität in einer der Modificirung der Axenverhältnisse analogen Weise modificirt wird, scheint die Voraussetzung zu bestätigen, dass die Krystallelemente selbst mit einer ähnlichen Symmetrie wie diejenige des Krystalls begabt sind in Bezug auf die innere Anordnung der chemischen Moleküle, aus denen sie aufgebaut sind.

17. Die molekulare Refraction und Dispersion der Krystalle der drei Salze, ob sie nach den Formeln von Lorenz oder von Gladstone und Dale berechnet sind, nehmen mit dem Atomgewicht des darin enthaltenen Metalles zu, so dass Rubidiumsulfat wieder in dieser Hinsicht dazwischen liegt. Die Zunahme steigt mit der Steigerung des Atomgewichtes, so dass die Differenzen zwischen den Constanten für die Cäsium- und Rubidiumsalze grösser als diejenige zwischen den Werthen für die Rubidium- und

Kaliumsalze sind. Diese Sätze gelten ebenso, ob analoge Richtungen für die Vergleichung ausgewählt werden oder nicht, und bezüglich der Refraction, für jede Wellenlänge, für welche die Vergleichung auch gemacht wird. Es wird indessen beobachtet, dass die Zunahme längs der Richtung der Verticalaxe *c* langsamer als entlang der Richtungen der zwei seitlichen Axen fortschreitet, in welchen zwei letzteren Richtungen die Schnelligkeit der Zunahme beinahe identisch ist.

Diese Beziehungen sind ganz unabhängig von der Temperatur.

18. Es ist jetzt bewiesen worden, dass die krystallographischen Eigenschaften der drei Sulfate ein regelmässiges Fortschreiten zeigen, demjenigen des Atomgewichtes der in ihnen enthaltenen Metalle entsprechend. In jeder Eigenschaft, ob morphologische oder physikalische, steht das Rubidiumsalz zwischen den Kalium- und Cäsiumsalzen. Die Ersetzung des Rubidiums durch Cäsium aber wird gewöhnlich von einer grösseren Modificirung der krystallographischen Eigenschaften begleitet, als wenn Kalium durch Rubidium ersetzt wird; das schwerere Atom übt also eine Wirkung aus, welche grösser ist als sie dem Verhältniss in der Zunahme des Atomgewichtes entspricht. Die Vergleichungsresultate für die verschiedenen Eigenschaften sind alle einander parallel; die Beziehungen der Beträge der Veränderung längs der krystallographischen Axenrichtungen sind in allen Fällen ähnlich. Ausserdem ist das Fortschreiten nach dem Atomgewichte auch im Hinblick auf die geringsten Einzelheiten der physikalischen Phänomene bemerkbar und ganz unabhängig von der Temperatur.

Aus der ganzen Untersuchung leitet sich die folgende Hauptschlussfolgerung her:

Die gesammten krystallographischen Eigenschaften der streng isomorphen rhombischen Normalsulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium sind Functionen des Atomgewichtes des in ihnen enthaltenen Metalls.

Verf. arbeitet jetzt an den physikalischen Eigenschaften der Doppelsulfate. Die Untersuchung wird auch durch eine ähnliche Arbeit über die entsprechenden einfachen und Doppelselenate derselben drei Metalle erweitert, und es ist die Absicht des Verf., eventuell die analogen einfachen und doppelten Ammonium- und Thalliumsalze der Schwefelsäure und Selensäure in diese Untersuchung einzubeziehen.

der optischen Elasticität längs der *c*-Axe bringt eine ausserordentliche Veränderung in den optischen Eigenschaften des Rubidiumsulfats hervor. Beim Kaliumsulfat bewirkt sie nur eine kleine Zunahme des optischen Axenwinkels, und beim Cäsiumsulfat eine kleine Abnahme. Beim Rubidiumsulfat aber verursacht sie, dass die optische Elasticität längs der *c*-Axe, bei gewöhnlicher Temperatur die mittlere Elasticität und nur wenig geringer als das Maximum längs der *b*-Axe, sich dem Werthe der *b*-Elasticität nähert und für eine sehr geringe Steigerung der Temperatur identisch damit wird, wodurch der Krystall optisch einaxig wird. Bei weiterer Erhitzung überschreitet die *c*-Elasticität den *b*-Werth und wird maximal. Wenn man daher eine zur ersten Mittellinie *a* senkrechte Platte erwärmt und sie im convergenten polarisirten Lichte beobachtet, so nähern sich die den optischen Axen entsprechenden Hyperbeln in ihrer Ebene *ab* einander, bis sie sich in der Mitte des Gesichtsfeldes vereinigen, um in das einaxige Bild überzugehen, worauf sie sich in der dazu senkrechten Ebene *ac* wieder trennen. Wegen der grossen Dispersion der optischen Axen wird das einaxige Bild bei verschiedenen auf einander folgenden Temperaturen für die verschiedenen Wellenlängen eintreten, zuerst für Roth, für *Li*-Licht bei 40° und für *G*-Licht bei 65°.

16. Ein Zusammenhang wird zwischen den Beziehungen der Werthe der optischen Elasticität längs der drei Richtungen der krystallographischen Axen und den Beziehungen der Längen der Axen beobachtet; eine sehr geringe Veränderung des Verhältnisses $a:b$ findet in beiden Fällen statt und eine viel grössere in dem Verhältniss $c:b$, und diese Veränderungen entsprechen denselben Richtungen für die beiden Eigenschaften. Die wirklichen Werthe scheinen keine Beziehung zu besitzen, mit Ausnahme der, dass die Werthe für Rubidiumsulfat immer dazwischen liegen. Es ist daher wahrscheinlich, dass der wirkliche Werth der optischen Elasticität nicht eine Function des Krystallelements, des physikalischen Moleküls, sondern des chemischen Moleküls ist. Die Thatsache, dass die optische Elasticität in einer der Modificirung der Axenverhältnisse analogen Weise modificirt wird, scheint die Voraussetzung zu bestätigen, dass die Krystallelemente selbst mit einer ähnlichen Symmetrie wie diejenige des Krystalls begabt sind in Bezug auf die innere Anordnung der chemischen Moleküle, aus denen sie aufgebaut sind.

17. Die molekulare Refraction und Dispersion der Krystalle der drei Salze, ob sie nach den Formeln von Lorenz oder von Gladstone und Dale berechnet sind, nehmen mit dem Atomgewicht des darin enthaltenen Metalles zu, so dass Rubidiumsulfat wieder in dieser Hinsicht dazwischen liegt. Die Zunahme steigt mit der Steigerung des Atomgewichtes, so dass die Differenzen zwischen den Constanten für die Cäsium- und Rubidiumsalze grösser als diejenige zwischen den Werthen für die Rubidium- und

Kaliumsalze sind. Diese Sätze gelten ebenso, ob analoge Richtungen für die Vergleichung ausgewählt werden oder nicht, und bezüglich der Refraction, für jede Wellenlänge, für welche die Vergleichung auch gemacht wird. Es wird indessen beobachtet, dass die Zunahme längs der Richtung der Verticalaxe *c* langsamer als entlang der Richtungen der zwei seitlichen Axen fortschreitet, in welchen zwei letzteren Richtungen die Schnelligkeit der Zunahme beinahe identisch ist.

Diese Beziehungen sind ganz unabhängig von der Temperatur.

18. Es ist jetzt bewiesen worden, dass die krystallographischen Eigenschaften der drei Sulfate ein regelmässiges Fortschreiten zeigen, demjenigen des Atomgewichtes der in ihnen enthaltenen Metalle entsprechend. In jeder Eigenschaft, ob morphologische oder physikalische, steht das Rubidiumsalz zwischen den Kalium- und Cäsiumsalzen. Die Ersetzung des Rubidiums durch Cäsium aber wird gewöhnlich von einer grösseren Modificirung der krystallographischen Eigenschaften begleitet, als wenn Kalium durch Rubidium ersetzt wird; das schwerere Atom übt also eine Wirkung aus, welche grösser ist als sie dem Verhältniss in der Zunahme des Atomgewichtes entspricht. Die Vergleichungsresultate für die verschiedenen Eigenschaften sind alle einander parallel; die Beziehungen der Beträge der Veränderung längs der krystallographischen Axenrichtungen sind in allen Fällen ähnlich. Ausserdem ist das Fortschreiten nach dem Atomgewichte auch im Hinblick auf die geringsten Einzelheiten der physikalischen Phänomene bemerkbar und ganz unabhängig von der Temperatur.

Aus der ganzen Untersuchung leitet sich die folgende Hauptschlussfolgerung her:

Die gesammten krystallographischen Eigenschaften der streng isomorphen rhombischen Normalsulfate von Kalium, Rubidium und Cäsium sind Functionen des Atomgewichtes des in ihnen enthaltenen Metalls.

Verf. arbeitet jetzt an den physikalischen Eigenschaften der Doppelsulfate. Die Untersuchung wird auch durch eine ähnliche Arbeit über die entsprechenden einfachen und Doppelselenate derselben drei Metalle erweitert, und es ist die Absicht des Verf., eventuell die analogen einfachen und doppelten Ammonium- und Thalliumsalze der Schwefelsäure und Selensäure in diese Untersuchung einzubeziehen.

II. Krystallographische Notizen. II.

(Forts. von Bd. **21**, 200—209.)

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Hierzu Tafel II.)

---

4. Ein weiterer Beitrag zur Kenntniss des Jordanit von Binn.

Unter den vorigjährigen Funden der Binnenthaler Mineraliensucher befanden sich auch mehrere prächtige und interessante Jordanitstufen, von welchen einige in meinen Besitz gelangten. Dieselben gaben Veranlassung zu folgenden Beobachtungen, durch welche unsere Kenntniss dieses Minerals erweitert wird.

Wohl als einzig in ihrer Art darf eine Stufe bezeichnet werden, welche im Wesentlichen drei Krystalle trägt, wovon zwei sich in fast genau paralleler Stellung befinden, so dass der eine auf dem anderen sitzend, sich wie eine Fortwachsung desselben darstellt. An zwei Krystallen ist das sonst am Jordanit gewöhnlich so stark entwickelte Klinopinakoid nur als kleine Fläche zu beobachten; die Protoprismenzone, sowie die Zone der negativen, weniger die der positiven Hemipyramiden *mq*, *mp* und *nt* (s. diese Zeitschr. **23**, 299) herrschen vor. Eine zweite Eigenthümlichkeit dieser Krystallgruppe besteht darin, dass die Flächen mehr oder weniger bunt angelaufen sind, wodurch die Krystalle bei intensiver Beleuchtung einen prächtigen Anblick gewähren. Dies ist offenbar die Folge einer oberflächlichen chemischen Veränderung der Krystallsubstanz, wodurch sich dieselbe mit einem sehr zarten, die bunten Anlauffarben tragenden Häutchen bedeckt hat. An einzelnen kleinen Stellen ist dieses Häutchen abgesprungen, wodurch daselbst die ursprüngliche Farbe und der lebhafte Metallglanz des Minerals hervortritt. Die Anlauffarben sind namentlich Roth, Blau und Grün, daneben auch Orange und Violett. Auf den ersten Blick scheinen dieselben regellos vertheilt zu sein, doch bemerkt man bei genauerer Betrachtung eine merkwürdige Beziehung zwischen der Intensität und Art der Farben und den

Flächen, worauf dieselben erscheinen. Zu dieser Erkenntniss trägt besonders das Studium der die Krystalle reichlich durchziehenden Zwillingslamellen bei. Um die Beschreibung der in Rede stehenden Krystallgruppe übersichtlicher zu gestalten, seien die drei Krystalle mit *A*, *B* und *C* bezeichnet; *A* ist der grösste, fast ringsum ausgebildete Krystall, *B* ein kleinerer, damit unregelmässig verwachsener, *C* ist ebenfalls kleiner und erscheint, wie schon bemerkt, als fast parallele Fortwachsung auf *A*.

1. Der Krystall *A* misst in der Richtung seiner grössten Ausdehnung 8 mm. Sein Habitus ist wesentlich verschieden von dem gewöhnlich am Jordanit beobachteten, indem das Klinopinakoid fehlt resp. bei etwaiger geringer Ausdehnung durch die beiden anderen an- oder aufgewachsenen Krystalle *B* und *C* verdeckt ist. Der Krystall ist im Wesentlichen einfach; es herrschen vor die Prismenzone und die Zone der negativen Hemipyramiden der Hauptreihe (primäre Hemipyramiden) $[(010):(101)]$. Weit mehr untergeordnet erscheint die Zone der entsprechenden (primären) positiven Hemipyramiden $[(010):(10\bar{1})]$, zu welcher sich noch einzelne sehr kleine Flächen der Zonen $[(010):(20\bar{1})]$ und $[(010):(30\bar{1})]$ gesellen. Endlich zeigen sich noch winzige Flächen einer Zone zwischen $[(010):(10\bar{1})]$ und $[(010):(\bar{1}0\bar{1})]$, wahrscheinlich $[(010):(00\bar{1})]$, welche jedoch nicht messbar sind.

Was die in den einzelnen Zonen auftretenden Formen angeht, so beobachtete ich namentlich die folgenden:

Prismenzone: $\{110\}$, $\{230\}$, $\{120\}$, $\{250\}$;
Zone $[(010):(30\bar{1})]$: $\{32\bar{1}\}$, $\{30\bar{1}\}$;
Zone $[(010):(20\bar{1})]$: $\{20\bar{1}\}$;
Zone $[(010):(10\bar{1})]$: $\{12\bar{1}\}$, $\{13\bar{1}\}$, $\{14\bar{1}\}$, $\{16\bar{1}\}$, $\{17\bar{1}\}$, $\{18\bar{1}\}$.

Bei der Messung erhielt ich folgende Zahlen, wobei die Neigungswinkel zum Klinopinakoid aus der beobachteten Neigung zu einer anderen Fläche derselben Zone abgeleitet sind.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(010):(110)$	$= 63°41\frac{3}{4}'$	$63°41'20''$
$:(230)$	$= 53\ 25$	$53\ 26\ 7$
$:(120)$	$= 45\ 16$	$45\ 19\ 6$
$:(250)$	$= 38\ 55$	$38\ 58\ 15$
$:(32\bar{1})$	$= 74\ 16\frac{3}{4}$	$74\ 17\ 19$
$(30\bar{1}):(20\bar{1})$	$= 11\ 14\frac{1}{2}$	$11\ 13\ 55$
$(30\bar{1}):(100)$	$= 31\ 58\frac{3}{4}$	$31\ 59\ 40$
$(010):(12\bar{1})$	$= 64\ 49\frac{1}{4}$	$64\ 50\ 17$
$:(13\bar{1})$	$= 54\ 50$	$54\ 49\ 49$
$:(14\bar{1})$	$= 46\ 45$	$46\ 47\ 11$
$:(16\bar{1})$	$= 35\ 25\frac{1}{2}$	$35\ 21\ 33$
$:(17\bar{1})$	$= 31\ 22\frac{1}{2}$	$31\ 18\ 32$
$:(18\bar{1})$	$= 28\ 4$	$28\ 1\ 18$

In der Zone der primären negativen Hemipyramiden konnte ich wegen der ungeeigneten Lage des Krystalles zur Anwachsstelle, sowie zu *B* und *C* leider keine Messungen anstellen.

Sehr schön sind an diesem Krystalle die verschiedenen Anlauffarben wahrzunehmen. Lebhaft bunt und stark glänzend erscheint die Prismenzone mit den Farben roth, orange, blau und grün; röthlichgrün und weniger glänzend die ebenfalls stark ausgedehnte Zone der negativen primären Hemipyramiden. Die sehr zurücktretende Zone der positiven primären Hemipyramiden ist matt und sehr schwach röthlichgrün angelaufen. Wieder lebhafter gefärbt und glänzender sind die Flächen der gleichsam einen Uebergang zur Prismenzone bildenden Zone [(010):(30$\bar{1}$)]. Der Gegensatz der verschiedenen Zonenfärbung tritt besonders deutlich auf den die Prismenzone und die Zone der negativen primären Hemipyramiden durchsetzenden Lamellen nach (10$\bar{1}$) hervor. Auf den negativen Hemipyramiden tragen dieselben, weil sie daselbst in Prismenflächen endigen, lebhafte, namentlich leuchtend rothe, auch wohl grüne Farben, während sie auf der Prismenzone, wo sie umgekehrt in negative Hemipyramidenflächen ausgehen, matt grünlich oder röthlich gefärbt erscheinen. Sie heben sich dadurch, was beim Spiegelnlassen besonders wirkungsvoll hervortritt, auf's schönste von ihrer Umgebung ab.

Fig. 1, Tafel II stellt eine, dem beschriebenen Krystalle ähnliche, wenn auch einfachere Combination in Projection auf (010) mit den Anlauffarben in der Weise dar, dass die lebhaft bunten und dabei stärker glänzenden Flächen roth, die schwächer, meist grünlich gefärbten und weniger glänzenden hingegen grün gehalten sind. Ein paar Zwillingslamellen zeigen den charakteristischen Contrast der Farben.

2. Krystall *B* ist in Fig. 2 stark vergrössert in einer Projection auf das Klinopinakoid (von der flächenreicheren Seite) dargestellt. Die Bedeutung der Farben ist dieselbe wie in Fig. 1. Das Klinopinakoid ist stark glänzend, aber nur schwach bunt angelaufen; in der Figur ist es weiss gelassen. Neben ihm erscheinen weitere Flächen der Zonen [(010):(100)], [(010):(101)] und [(010):(10$\bar{1}$)]. Der Krystall konnte so weit freigelegt werden, dass es möglich war, auf dieser Seite die Neigung von zwölf den verschiedenen Zonen angehörigen Flächen gegen (010) zu messen. Ich fand für:

	(130)	links oben	33° 58½′	(ber. 33° 59′ 5″)
	(250)	- -	38 56 (*)	(- 38 58 15)
	(17$\bar{1}$)	links	31 24 (ca.)	(- 31 18 32)
grün	($\bar{1}$8$\bar{1}$)	links unten	28 13 (*)	(- 28 12 54)
grün	($\bar{1}$7$\bar{1}$)	- -	31 25½	(- 31 30 57)
grün	($\bar{1}$6$\bar{1}$)	- -	35 26¼	(- 35 34 45)
roth	(1$\bar{1}$0)	- -	26 49	(- 26 49 14)

($1\bar{7}1$)	rechts unten	34°28½' (*)	(ber. 34°30' 57")
($\bar{1}\bar{7}1$)	rechts	34 18 (*)	(- 34 18 32)
($\bar{2}\bar{7}0$)	rechts oben	30 0½ (*)	(- 30 1 12)
($\bar{1}30$)	- -	33 54¼ (*)	(- 33 59 5)
($\bar{2}50$)	- -	38 48 (ca.)	(- 38 58 15)

Die nur annähernden Messungen sind mit (ca.), die besten mit (*) bezeichnet. Auf der anderen Seite des Krystalls, welche wesentlich nur die Fortsetzung der beiden oberen Zonen von Fig. 2 darbietet, konnte ich folgende Flächen und Neigungswinkel zu (010) constatiren:

1. Zone [(010) : (100)]

(250)	= 39° 0¼'	(ber. 38°58' 15")
(120)	= 45 18½	(- 45 19 6)
(230)	= 53 20½	(- 53 26 7)
(110)	= 63 36	(- 63 41 20)
(210)	= 76 4½	(- 76 6 46)

2. Zone [($0\bar{1}0$) : ($\bar{1}00$)]

(130)	= 33°54¼'	(ber. 33°59' 5")
(110)	= 63 38¾	
(210)	= 76 9¼	

Aus den angeführten Messungen geht hervor, dass die vorherrschenden, stark bunt angelaufenen (in der Figur rothen) Zonen beide als Prismenzonen aufzufassen sind. Hieraus ergiebt sich dann, dass der Krystall als Zwilling zu betrachten ist und zwar nach ($10\bar{1}$), womit sämmtliche Messungen übereinstimmen. Nach der Rechnung müssen dabei die in der Zwillingsgrenze zusammenstossenden Flächen (100) und ($\underline{\bar{1}00}$) einen Winkel von 55° 36' bilden; die Messung ergab 55° 38¼'. Zwischen diesen beiden Flächen liegt hier noch eine sehr kleine Fläche ($\bar{3}0\bar{1}$) des in Fig. 2 rechten Individuums. Ich fand den Winkel derselben mit ($\bar{1}00$) desselben Individuums = 34° 44¼' (ber. 34° 40' 31").

Die punktirte Linie xy in Fig. 2 giebt die Richtung der Zwillingsebene (normal zur Zeichnung) an. Die letztere theilt den Zwilling in zwei nicht vollständig symmetrische Theile. Das rechte Individuum zeigt links unten (neben der Zone der negativen Hemipyramiden des anderen) einen lebhaft bunt (rothblau) angelaufenen Streifen der Prismenzone. Daselbst sind neben einander ($\bar{1}8\bar{1}$) des linken und ($1\bar{1}0$) des rechten Individuums ausgebildet, welche sich hinsichtlich ihrer Neigung zum Klinopinakoid nach der Rechnung nur um 1°24' unterscheiden. Die Combinationskanten ($\bar{1}8\bar{1}$):(010) und ($1\bar{1}0$):($0\bar{1}0$) bilden auf dem Klinopinakoid einen sehr stumpfen ebenen Winkel, welcher nach der Berechnung von einem gestreckten um 5°44' abweicht. An der Zone links oben mit vorherrschendem (250) zieht sich ein matter, sehr schmaler Streifen hin, welcher der negativen Hemipyra-

midenzone des rechten Krystalles angehört und wahrscheinlich der, sich (250) hinsichtlich der Neigung zum Klinopinakoid nähernden Form (151) entspricht. Die Differenz der beiden Neigungen beträgt nach der Rechnung 1° 40′ 25″. Auf der Zone rechts unten erscheinen noch ein paar Zwillingslamellen von der Stellung des linken Individuums, welche deutlich die lebhaft rothe Anlauffarbe, entsprechend der Prismenzone, erkennen lassen. Ausserdem durchsetzen beide Theile des Zwillings noch zahlreiche sehr schmale (in der Figur weggelassene) Lamellen, insbesondere auf der in der Figur rechts oben liegenden Prismenzone des rechten Individuums. Die Zwillingsbildung findet, wie ich dies auch früher stets beobachtete, ausschliesslich nach (10$\bar{1}$), nie nach (101) statt.

3. Der Krystall *A* trägt dort, wo eine Fläche (010) liegen würde, in fast genau paralleler Stellung aufgewachsen den kleineren Krystall *C*, welcher im Wesentlichen die Form einer sechsseitigen Doppelpyramide zeigt, deren eine, frei ausgebildete Polecke durch eine sehr kleine Fläche (010) abgestumpft wird. Die betreffende Seite des Krystalles ist, gleichfalls in Projection auf das Klinopinakoid, in Fig. 3 stark vergrössert abgebildet. Genaue Messungen anzustellen erlaubte die zum Theil etwas hypoparallele Ausbildung und die stellenweise starke Streifung dieses Krystalles nicht; derselbe zeichnet sich gegenüber *A* und *B* durch seinen sehr verwickelten Zwillingsbau aus und zeigt die Anlauffarben in schönster Weise. Den ersteren kann die Figur nur annähernd wiedergeben. Trotz des Mangels an hinreichend genauen Messungen ist es auf Grund der an *A* und *B* gemachten Beobachtungen möglich, diesen Krystall zu deuten.

Aus der Vertheilung der in Fig. 3 eingetragenen Anlauffarben ersieht man zunächst, dass der allgemeine Bau demjenigen von *B* (Fig. 2) analog ist. Die an I und II anstossenden Zonen erscheinen vorwiegend roth resp. lebhaft bunt, geben sich also als Prismenzonen zu erkennen, die an IV und V anstossenden sind hauptsächlich grün resp. von matter Farbe und entsprechen insoweit Zonen negativer primärer Hemipyramiden. Die an III und VI angrenzenden Zonen sind solche positiver primärer Hemipyramiden, wie ihre mattgrüne Farbe und die Richtung der Zwillingslamellen beweist. Der Krystall stellt also im Ganzen einen Zwilling nach (10$\bar{1}$) dar, bei welchem die Zwillingsebene resp. Verwachsungsfläche den Krystall annähernd halbirt. Die an I, VI, V gelegenen Flächen resp. Zonen entsprechen im Allgemeinen dem linken, die an II, III, IV gelegenen dem rechten Individuum. Diese beiden Individuen sind aber nun von zahlreichen Lamellen der anderen Stellung durchsetzt, was besonders schön durch den an den Grenzen und Kanten stattfindenden Wechsel der Farben zu erkennen ist. Ausserdem zeigen die über diese Lamellen sich hinziehenden Streifen nach den Combinationskanten mit dem Klinopinakoid daselbst stets eine schwache Knickung (von 5° 44′ in der Projection auf (010)).

Auf der rechten Seite beginnt von (010) ab die Zone der positiven Hemipyramiden mit einer dreiseitigen Fläche, welche in der Figur die Buchstaben *ea* trägt, und wird dann durch eine Wiederholung von (010) unterbrochen. Diese Stelle ist die interessanteste des Krystalles, weil daselbst ein für den Jordanit neues Zwillingsgesetz zu Tage tritt. Dies geht daraus hervor, dass der an *e* angrenzende Flächentheil *a* lebhaft bunt angelaufen ist, also der Prismenzone angehört. Die Grenzlinie zwischen *e* und *a* setzt sich sehr deutlich auf die in der Figur darunter liegende Partie des Krystalles fort zwischen dem bunt angelaufenen Theile *c* und dem mattgrünen *b*. Auf der gegenüberliegenden Seite wird *b* von einer zu jener Grenze parallelen Linie begrenzt, während es nach unten bogenförmig abschliesst. Es ist sehr deutlich zu sehen, dass *b* und *a* zusammengehören und einen gegen die Umgebung in Zwillingsstellung befindlichen Krystalltheil darstellen. *c* entspricht nun der Prismenzone des linken Individuums und die Grenze zwischen *c* und *b* deutet für dieses Individuum auf eine Fläche ($\bar{1}03$) hin, welche hier offenbar die Rolle der (neuen) Zwillingsebene spielt. Bei einer Zwillingsbildung nach ($\bar{1}03$) fällt in der That die Prismenzone des einen Individuums sehr nahe mit derjenigen der positiven primären Hemipyramiden des anderen zusammen. Die beiden Zonenaxen bilden mit einander einen Winkel von 1° 46′ 20″, womit übereinstimmt, dass sich bei der Beobachtung am Goniometer ein geringes Ausweichen des Reflexes von *a* aus der betreffenden Zone erkennen liess.

An einem kleineren Krystalle, an welchem vorzugsweise die Prismenzone mit vortrefflich spiegelnden Flächen ausgebildet ist, konnte eine Reihe von Messungen angestellt werden, wobei sich wiederum ein paar neue Formen ergaben. Ich fand unter 17 Prismenflächen, welche zehn verschiedenen Formen angehörten, zwei Flächen, deren Neigung zu (010) gleich 49° 7½′ (beste Messung) und 49° 11′ (annähernd) gefunden wurde. Dies entspricht dem Klinoprisma $\{470\}\infty\!R\frac{7}{4}$, welches 49° 7′ 46″ fordert. Ausserdem erschien als neu eine Prismenfläche mit der Neigung von 74° 10′ (annähernd) zu (010); dieselbe ist auf das Orthoprisma $\{740\}\infty\!P\frac{7}{4}$ zurückzuführen, welches 74° 13′ 19″ verlangt. Von Messungen an schon bekannten Flächen dieser Zone stimmten z. B. folgende mit der Rechnung sehr gut überein:

(010):(130)	= 34° 0′	(ber. 33° 59′ 5″)
:(250)	= 38 59	(- 38 58 15)
:(120)	= 45 19½	(- 45 19 6)
:(210)	= 76 6½	(- 76 6 46)

Zwischen (100) und (101) findet sich (301). Ich maass:

(100):(301)	= 31° 40′	(ber. 31° 40′ 41″)
(301):(101)	= 29 40	(- 29 39 29)

Dann folgt die Zone der negativen primären Hemipyramiden. In derselben beobachtete ich an zwei Flächen zarte Streifen parallel der Kante mit (010), welche auf eine Zwillingsbildung hindeuten, wie ich dieselbe schon früher an einem, dem Herrn Seligmann zugehörigen Krystalle wahrgenommen habe*). Die eine dieser Flächen giebt denn auch ziemlich genau den auf $\{13\bar{1}\}+3P3$ führenden Neigungswinkel zum Klinopinakoid, nämlich 54° 53′ (ber. 54° 49′ 49″), die andere giebt bei zwei Reflexen 65° $2\frac{1}{2}$′ (entsprechend $-2P2$, welches fordert 65° 1′) und 64° $49\frac{1}{4}$′ (entsprechend $+2P2$, welches verlangt 64° 50′ 47″). Durch diese Zwillingsbildung sind also auch hier auf einzelnen Flächen Theile der positiven Pyramidenzone in die negative Zone eingeschaltet. Als neu ist eine Fläche zu bezeichnen, welche zum Klinopinakoid unter 85° $39\frac{1}{2}$′ geneigt ist. Sie entspricht der Form $\{313\}-P3$, welche erfordert 85° 33′ 35″. Die beobachteten Winkel stimmen auch in dieser Zone im Allgemeinen gut mit der Rechnung überein, wie folgende Beispiele zeigen:

(010) : (141)	=	46° $59\frac{1}{2}$′	(ber. 47° 1′ 7″)
: (272)	=	50 48	(- 50 48 20)
: (121)	=	64 58	(- 65 1 0).
: (111)	=	76 56	(- 76 53 7)

Was schliesslich die Zone der positiven primären Hemipyramiden betrifft, so wurde darin u. a. gemessen:

(010) : $(14\bar{1})$	=	46° $46\frac{1}{2}$′	(ber. 46° 47′ 11″)
: $(27\bar{2})$	=	50 35	(- 50 34 39)
: $(13\bar{1})$	=	54 $49\frac{1}{2}$	(- 54 49 49)
: $(11\bar{1})$	=	76 $46\frac{1}{2}$	(- 76 46 56)

Eine Fläche ist durch eine feine Linie parallel der Zonenaxe getheilt, was wohl auf einer entsprechenden Zwillingsbildung, wie die in der negativen Hemipyramidenzone beobachtete, beruht. Die Fläche ergab eine Neigung zum Klinopinakoid von 59° $49\frac{1}{2}$′. Dieser Winkel entspricht in der That der negativen Form $\{252\}-\frac{5}{2}P\frac{5}{2}$, welche erfordert 59° 46′ 54″, während $\{25\bar{2}\}+\frac{5}{2}P\frac{5}{2}$ verlangt 59° 34′ 44″. {252} wurde bisher am Jordanit noch nicht beobachtet. Neu ist auch eine Fläche dieser (positiven) Zone, deren Neigung zu (010) zu 43° 28′ gefunden wurde. Dies entspricht der Form $\{29\bar{2}\}+\frac{9}{2}P\frac{9}{2}$, für welche sich berechnet 43° 24′ 51″.

An dem beschriebenen Krystalle wurden also folgende neue Formen gefunden: {470}, {740}, {313}, {252}, $\{29\bar{2}\}$; hierdurch steigt die Zahl der von mir bisher am Jordanit überhaupt beobachteten Formen auf 103. Nach der von mir angewandten Signatur würden obige Formen folgende Zeichen erhalten:

*) Diese Zeitschr. 28, 307.

$$\tfrac{7}{4}r = \{470\}\infty\breve{P}\tfrac{7}{4},$$
$$\tfrac{7}{4}s = \{740\}\infty\bar{P}\tfrac{7}{4},$$
$$-3t = \{313\}-\bar{P}3,$$
$$-\tfrac{5}{2}q = \{252\}-\tfrac{5}{2}\breve{P}\tfrac{5}{2},$$
$$+\tfrac{9}{2}q = \{29\bar{2}\}+\tfrac{9}{2}\breve{P}\tfrac{9}{2}.$$

Erwähnung verdienen noch eigenthümliche schwarze, kugelige Gebilde, welche im vergangenen Jahre gefunden wurden. Dieselben erweisen sich nach den zahlreichen, sie durchsetzenden Zwillingslamellen als Jordanit; an manchen Stellen brechen zahlreiche Krystallkanten und Ecken aus der sonst gerundeten Oberfläche hervor. Dieser letztere Umstand spricht gegen die Annahme, dass es sich hier um natürliche angeätzte resp. durch äussere Einflüsse nachträglich gerundete Krystalle handele. Vielmehr kommt man bei wiederholter Betrachtung zu dem Schlusse, dass die ungewöhnliche Form dieser Gebilde in ihrer Entstehungsweise begründet sei. Wie man sich die letztere zu denken habe, ist freilich zweifelhaft. Aus der Lage der benachbarten Zwillingslamellen, welche parallel verlaufen, ist ersichtlich, dass grössere Theile der gerundeten Masse dem nämlichen Individium angehören. Das grösste derartige Stück, welches ich erhielt, hat einen Durchmesser von etwa 18 mm. Sein specifisches Gewicht bestimmte ich zu 6,339 bei 25° C. Für den Jordanit wird angegeben 6,38—6,40 (Sipöcz); das von mir geprüfte Stück weist hier und da sehr kleine Pyritkryställchen und auch ein wenig Dolomit auf, doch kann dadurch die für das specifische Gewicht gefundene Zahl nur sehr wenig herabgemindert sein.

5. Dufrenoysit aus dem Binnenthal.

Gleichzeitig mit den eben beschriebenen Jordanitkrystallen erhielt ich einige bis etwas 2 cm lange und bis 8 mm breite lose Krystalle, welche flache, stark gerundete, nach ihrer Länge gestreifte und gefurchte Prismen darstellen, die zuweilen an einem Ende vereinzelt eine resp. zwei unter sehr stumpfem Winkel zusammenstossende Flächen aufweisen. Die stumpfe Kante, unter welcher diese Endflächen zusammentreffen, bildet mit der Längsrichtung der Krystalle, wie einige Messungen mit dem Anlegegoniometer ergaben, einen Winkel von 43—44°. Fasst man die beiden Flächen als eine Fläche auf, so kann man sie als diejenige eines Prismas betrachten, welches daselbst, also am Krystallende, einen Winkel von ca. 93° besitzt. Dies entspricht aber dem Protoprisma des Dufrenoysit (nach vom Rath 93° 39′), wobei dann die Krystalle, wie es ja auch für das genannte Mineral angegeben wird, nach der Makrodiagonale gestreckt und gestreift sind. Dieselben sind von grauer Farbe, metallglänzend, stellenweise mit einer dünnen grauschwarzen Masse überzogen, welche leicht abspringt. Nach

einer Richtung (entsprechend $0P$) zeigen sie vollkommene Spaltbarkeit mit sehr glänzenden Spaltungsflächen. Ein Krystall war von Hohlräumen durchzogen, innerhalb welcher hier und da deutliche, wenn auch kleine resp. schmale Flächen sich ausgebildet hatten. Die Krystalle sind ausserordentlich spröde. An einem derselben bestimmte ich das specifische Gewicht zu 5,553 (für Dufrenoysit wird angegeben 5,549—5,569). Es schien mir von Werth zu sein, die Vermuthung, dass es sich um Dufrenoysit handele, durch weitere Messungen und eine Analyse zu bestätigen; denn es ist, wie bekannt, zuweilen schwierig, dieses Mineral sicher zu bestimmen, wohl zum Theil aus dem Grunde, weil seit den Arbeiten von vom Rath sich kaum Jemand wieder eingehender mit demselben beschäftigt hat. In der durch die Ueberzahl der Flächen gekrümmten Makrodomenzone konnten, wenigstens an der Aussenseite der Krystalle, keine Messungen angestellt werden, wohl aber gelang es, an einigen, von dem mit Hohlräumen versehenen Krystall losgelösten Fragmenten mit inneren kleinen Flächen wenigstens annähernd folgende Winkel zu messen:

		ber.
$0P : \infty\bar{P}\infty$	$= 89^0 57'$	$90^0 0'$
- : $\frac{2}{3}\bar{P}\infty$	$= 47\ 11\frac{1}{2}, 31'$	
	Mittel: $47^0 21\frac{1}{4}'$	- $47\ 24\frac{2}{3}$
- : $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$	$= 39^0 53'$	- $39\ 13$
- : $\bar{P}\infty$	$= 57\ 58\frac{1}{2}$	- $58\ 30$
- : $2\bar{P}\infty$	$= 72\ 25$	- $72\ 58$
$\frac{2}{3}\bar{P}\infty : \frac{2}{3}P$ (neu)	$= 34\ 46$	- $34\ 38$

Bei der Schwierigkeit, welche die Anstellung dieser Messungen bot, kann es nicht befremden, dass die gefundenen Werthe von den berechneten zum Theil ziemlich stark abweichen; an der Identität des Minerals mit Dufrenoysit ist jedoch nicht zu zweifeln. Hierfür spricht noch, dass die gefundenen Flächen mit Ausnahme der von vom Rath nicht beobachteten Pyramide $\frac{2}{3}P$ und ebenso das schon erwähnte (horizontal gestreifte) Protoprisma sämmtlich an den vom Rath'schen Krystallbildern (Pogg. Ann. **122**, 371) erscheinen. G. vom Rath giebt ausser den von mir gefundenen Makrodomen nur noch $\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ an. Einen Krystall sandte ich an Herrn Prof. König (Münster) mit der Bitte, eine Analyse desselben auszuführen. Derselbe theilte mir als Ergebniss gütigst Folgendes mit:

Specif. Gewicht = 5,52

Blei	57,42 %
Arsen	20,89 -
Schwefel	22,55 -

Die Formel des Dufrenoysit $2PbS + As_2S_3$ erfordert:

Blei 57,18 %
Arsen 20,72 -
Schwefel 22,10 -

Es sei noch darauf hingewiesen, dass diese Krystalle, welche ich auch in der Sammlung des Herrn Seligmann (Coblenz) zu sehen Gelegenheit hatte, wegen der Rundung der am stärksten ausgedehnten Makrodomenzone wohl leicht mit Skleroklas verwechselt werden können, wenngleich ihre bedeutende Grösse schon mehr für Dufrenoysit spricht.

6. Neue Beobachtungen über Zwillinge des Kryolith.

Meine früheren Mittheilungen über Zwillinge des Kryolith in dieser Zeitschrift **11**, 133 und **18**, 355 kann ich insofern ergänzen, als ich nunmehr an einem schönen von Dr. Krantz erworbenen Handstücke von Evigtok (von einem neueren Funde) auch unsymmetrische d. h. nicht nach einer Krystallfläche symmetrische Zwillinge der zweiten Art beobachtete, welche ich in meiner ersten Arbeit in folgender Weise definirte: »Eine Prismenfläche ∞P des einen Krystalls geht der Basis $0P'$ des anderen, sowie die Basis $0P$ des ersten einer Prismenfläche $\infty P'$ des zweiten parallel«. Ich fügte jedoch hinzu: dass in diesem Falle die Parallelität der genannten Flächen wegen der Abweichung des Winkels $0P : \infty P$ vom Rechten (um 8') keine vollkommene sein könne. Zur genaueren Erforschung dieser regelmässigen Verwachsung fehlte es mir an ausreichendem Material. Krenner*) hatte ein zweites symmetrisches Zwillingsgesetz für den Kryolith angegeben, über welches er Folgendes bemerkte: »Zwillingsebene (112), eine nicht beobachtete Form, welche nahezu die Lage der regulären Dodekaëderflächen (bezogen auf die hexaëderähnliche Form der gewöhnlichsten Combination {110}, {001}) besitzt; in Folge dieser Lage fällt eine Prismenfläche des einen Krystalls fast genau mit der Basisfläche des anderen zusammen; der einspringende Winkel von 0° 4' geht der Kante $m : c$ parallel, so dass, wenn die Zwillingsgrenze durch diese Kante geht, zwei c-Flächen unter 89° 48' zusammenstossen, während auf den beiden dieser Kante nicht parallel gehenden m-Flächen je eine diagonal verlaufende Grenze mit ein- resp. ausspringendem Winkel von 2° 58' (beob. 2° 51') erscheint.«

Anstatt des ersten von Krenner angegebenen symmetrischen Zwillingsgesetzes (Zw.-Ebene (110)) hatte ich früher regelmässige unsymmetrische Verwachsungen (erster Art) beobachtet, deren Gesetz ich folgendermassen aussprach: »Beide Individuen haben die Basis gemeinsam, und das eine ist gegen das andere um die Normale zur Basis um 88° 1' 50" gedreht.« Den Beweis für diese Auffassung lieferte ich durch eingehende Beobachtungen über Aetzfiguren und Winkel. Ich neige nun der Ansicht

*) Diese Zeitschr. **10**, 525.

zu, dass auch das zweite Gesetz von Krenner (Zw.-Ebene (112)) in Wirklichkeit nicht auftritt, sondern dass an seine Stelle die oben erwähnte regelmässige aber unsymmetrische Verwachsung (zweiter Art) zu setzen ist, deren genauerer Beschreibung die folgenden Zeilen gewidmet sind. Möglich wäre es immerhin, dass die Krenner'schen Gesetze noch neben diesen beiden Arten der Verwachsung, welchen sie äusserlich so ähnlich sind, auftreten, indess sind mir wenigstens derartige Krystalle nicht zu Gesicht gekommen. Wesentliche Dienste bei diesen neueren Beobachtungen leistete mir die gesetzmässige Streifung der Prismenflächen, welche Krenner ganz richtig folgendermassen beschreibt: »Die grösseren Krystalle zeigen auf den *m*-Flächen {110} meist starke Streifung, diagonal parallel den Combinationskanten mit *r* {011} und *k* {$\bar{1}$01}, hervorgebracht durch die Flächen *s* {121} und *k*, und parallel den Kanten *m* : *v* (101) resp. *m* : *r'* (01$\bar{1}$), hervorgebracht von schmalen Flächen *t* {$\bar{1}$21}; ausser diesen beiden Streifungsrichtungen tritt noch eine solche der Zone [110 : 001] parallel an der stumpfen Kante *m* : *c* auf.« Die Streifung ermöglicht eine rasche Orientirung ohne voraufgegangene genaue Messung, welche letztere im Gegentheil durch jene vielfach erschwert oder unmöglich gemacht wird. Die betreffenden Zwillinge liessen nun zwar erkennen, dass die Basis eines Krystalles mit einer Prismenfläche des anderen einspiegelt (wenngleich es mir wegen der Streifung von *m* nicht gelang, am Goniometer ein genaues Zusammenfallen der Reflexbilder nachzuweisen), dass aber die Verwachsung keine symmetrische nach (112), sondern eine unsymmetrische ist, welcher höchstwahrscheinlich das folgende Gesetz zu Grunde liegt: der eine Krystall ist gegen den anderen um die bei beiden parallele Kante (110):(001) resp. (1$\bar{1}$0):(001) um den inneren Winkel dieser Kante 90° 8' oder um dessen Supplementwinkel 89° 52' gedreht; im ersten Falle geht die Basis des ersten Krystalles c_1 parallel einer Prismenfläche des zweiten (gedrehten) m_2, während die entsprechende Prismenfläche des ersten Krystalles m_1 mit der Basis des zweiten c_2 einen Winkel von 179° 44' bildet, — im zweiten Falle geht die Basis des zweiten (gedrehten) Krystalles c_2 parallel einer Prismenfläche des ersten m_1, während die Basis des ersten c_1 mit der entsprechenden Prismenfläche des zweiten m_2 einen ebensolchen Winkel von 179° 44' einschliesst. Im ersten Falle berechnet sich für den stumpfen, von den seitlichen, nicht in der Drehungsaxe gelegenen Prismenflächen der beiden Individuen (1$\bar{1}$0) und ($\underline{1\bar{1}0}$) (resp. (110) und ($\underline{110}$)) gebildeten Winkel ein Werth von 177° 12' 34" (resp. 2° 47' 26"), im zweiten Falle ein solcher von 177° 12' 58" (resp. 2° 47' 2"). Die Differenz ist so gering, dass sie nicht zur Entscheidung der Frage nach dem Vorhandensein des einen oder des anderen Drehungswinkels verwerthet werden kann. Grösser ist schon der Unterschied dieser Winkel von dem von Krenner für die symmetrische Verwachsung nach (112) berechneten 2° 58'. Krenner maass 2° 51', was den

von mir berechneten Werthen näher kommt, wie denn auch ich die sehr ähnlichen Werthe $2^{0}\,49\frac{1}{2}'$ und $2^{0}\,50'$ beobachtete. Im Folgenden sollen zwei solche Zwillinge kurz beschrieben und hieran eine weitere Folgerung geknüpft werden.

Fig. 4, Tafel II stellt einen Zwilling dar, bei welchem die Fläche (001) mit $(\underline{110})$ genau einzuspiegeln scheint, wenngleich dies wegen der starken Streifung auf letzterer Fläche am Goniometer nicht streng nachzuweisen ist. Aus der Streifung auf (110) und $(\underline{110})$ ersieht man deutlich, dass die Verwachsung eine unsymmetrische ist; auf (110) erscheinen, wie dies häufig der Fall ist, nur Streifen parallel (110):(001) und (110):(011), auf $(\underline{110})$ solche parallel den genannten Kanten und parallel $(\underline{110}):(\underline{01\bar{1}})$, was zur Orientirung vollkommen ausreicht. Das grössere Individuum ist gegen das kleinere um die Kante $(1\bar{1}0):(001)$ in der Richtung des Pfeiles (wahrscheinlich) um $90^{0}\,8'$ gedreht (s. oben erster Fall). Wie bemerkt, war es in Folge der Streifung der Prismenflächen nicht möglich, stets gute Messungsresultate zu erhalten. Ich fand am kleineren Individuum: $(110):(1\bar{1}0) = 87^{0}\,56'$ (ein zweiter Reflex ergab $88^{0}\,10'$), $(110):(\bar{1}10) = 91^{0}\,51\frac{1}{2}'$ (ber. $88^{0}\,2'$ und $91^{0}\,58'$), $(001):(110) = 89^{0}\,34\frac{1}{2}'$ (ber. $89^{0}\,52'$), am grösseren Krystalle $(\underline{110}):(\underline{\bar{1}10}) = 92^{0}\,2\frac{1}{2}'$ (ber. $91^{0}\,58'$). Genauer stimmte mit der Berechnung das Ergebniss der Messung von $(110):(\underline{110})$, wobei ich fand $2^{0}\,50'$ (ber. $2^{0}\,47'\,26''$). Besonders interessant ist ein zweiter Krystall, welcher als Drilling (vielleicht als Vierling) aufzufassen ist (Fig. 5). Derselbe verräth wieder deutlich durch die Streifung auf *m* die unsymmetrische Verwachsung. Den Winkel $(1\bar{1}0):(\underline{1\bar{1}0})$ fand ich bei guter Messung $= 2^{0}\,49\frac{1}{2}'$. Geht man von Indiv. I aus, so erhält man die Stellung von II und III durch Drehung von I in der Richtung der beigesetzten Pfeile. Nimmt man hierbei an, dass bei II eine Drehung [um die Kante (110):(001)] um $90^{0}\,8'$, bei III hingegen eine solche um $89^{0}\,52'$ stattgefunden habe, so sind die Basisflächen von II und III parallel, und diese beiden Individuen befinden sich nun in einer Stellung zu einander, welche mit der durch die oben erwähnte *erste* Art der unsymmetrischen Verwachsung herbeigeführten identisch ist. Demnach müssen $(\underline{1\bar{1}0})$ und $(\underline{1\bar{1}0})$ mit einander einen Winkel von $3^{0}\,56\frac{1}{2}'$ bilden. In der That fand ich bei der Messung, welche ziemlich genau auszuführen war, diesen Winkel $= 3^{0}\,58\frac{1}{2}'$. Da nun bei parallelen Basisflächen Indiv. II gegen III um 180^{0} gedreht ist, so gelangt hier zu der zweiten Definition, welche ich schon früher (diese Zeitschr. **18**, 358) von dem betreffenden Gesetze (der Verwachsung erster Art) gegeben habe: »Zwillingsebene ist eine Fläche, welche zu einer Kante (001):(110) senkrecht steht; Zwillingsaxe ist also die genannte Kante. Die Zwillingsebene ist dann aber natürlich keine mögliche Krystallfläche; *das eine Individuum gelangt wieder in die Stellung des anderen, wenn man es um die Kante (001):(110) um 180^{0} dreht.*«

Der Kreis würde geschlossen, resp. es entstände ein Vierling, wenn nach einander eine Drehung um 90° 8', 89° 52', 90° 8', 89° 52' in demselben Sinne stattfände, und ein solcher Vierling könnte betrachtet werden als ein Doppelzwilling, gebildet aus zwei Zwillingen nach dem ersten Gesetze. Möglicherweise ist der in Fig. 5 abgebildete Krystall ein solcher Vierling, da sich an demselben (bei IV in der Figur) noch ein viertes, wenngleich sehr klein entwickeltes Individuum zu betheiligen scheint. Da dasselbe jedoch in einer wenig ebenen Fläche endigt und die Streifung nicht deutlich erkennen lässt, so ist es schwierig, über diesen Punkt Gewissheit zu erlangen. —

Auf der hier besprochenen Stufe fand ich auch mehrere schöne Zwillinge der ersten Art, welche ihre unsymmetrische Verwachsung durch die Streifung der Prismenflächen gut zu erkennen geben. Da sie indess nichts wesentlich Neues darbieten, so sei auf dieselben nicht näher eingegangen.

III. Mittheilungen aus dem mineralogischen und petrographischen Institut der Universität Strassburg.

Von

John G. Spenzer, J. E. Mackenzie, A. Brooke und E. Bronnert.

(Mit 10 Textfiguren.)

24. Krystallform der β-Bromvaleriansäure,

$CH_3-CH_2-CHBr-CH_2-COOH$.

Von Dr. John G. Spenzer.

Aus Propylidenessigsäure und Bromwasserstoffsäure dargestellt (vergl. Spenzer, Ueber das Verhalten der Allylmalonsäure etc. Inauguraldissert. Strassburg 1898, S. 36).

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,4688 : 1 : 0,4900;$$
$$\beta = 79^0\, 58'\, 45''.$$

Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $a = \{100\}$ $\infty \bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty \mathcal{P}\infty$, $r = \{011\}\mathcal{P}\infty$, $d = \{\bar{1}01\}$ $+\bar{P}\infty$, $\varepsilon = \{101\}-\bar{P}\infty$ (Fig. 1).

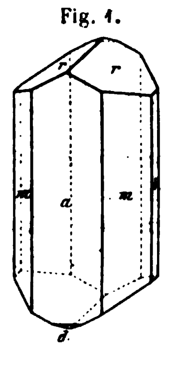


Fig. 1.

Die Krystalle sind meistens 2—5 mm lang, 1—2 mm breit und wasserhell. Manchen Krystallen fehlt $\{\bar{1}01\}$ $+\bar{P}\infty$, wie auch $\{100\}\infty\bar{P}\infty$; $\{101\}-\bar{P}\infty$ ist nur einmal beobachtet worden.

Die Flächen waren fast immer glatt und glänzend und lieferten vorzügliche Reflexe.

Folgende Winkel wurden gemessen und berechnet.

	Gemessen:	Berechnet:
$r : r = (011):(0\bar{1}1)$ =	*51° 31'	—
$a : m = (100):(110)$ =	*55 20 30''	—
$r : a = (011):(\bar{1}00)$ =	*99 1	—
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$ =	110 43	110° 41'

	Gemessen:	Berechnet:
$m : b = (110):(010)$	$= 34^\circ 47'$	$34^\circ 39' 30''$
$r : b = (011):(010)$	$= 64 \; 6$	$64 \; 14 \; 30$
$a : b = (100):(010)$	$= 89 \; 58$	$90 \; 0$
$a : d = (100):(\bar{1}01)$	$= 99 \; 2$	$99 \; 12$
$r : m = (011):(1\bar{1}0)$	$= 74 \; 2$	$74 \; 26$
$a : \varepsilon = (100):(101)$	$= 61 \; 59$	$62 \; 44$
$\varepsilon : d = (101):(\bar{1}01)$	$= 36 \; 33$	$36 \; 29$
$r : m = (011):(110)$	$= 63 \; 33$	$63 \; 28$
$r : d = (011):(\bar{1}01)$	$= 31 \; 8$	$31 \; 45$
$d : a = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	$= 80 \; 11$	$80 \; 48$

Spaltbarkeit scheint nicht vorhanden zu sein.

Die optische Axenebene steht senkrecht zum Klinopinakoid und ist nur wenig geneigt gegen das Orthopinakoid.

Stumpfe Bisectrix $= b$-Axe.

25. Krystallform der Tiglicerinsäure, $C_5H_{10}O_4$.

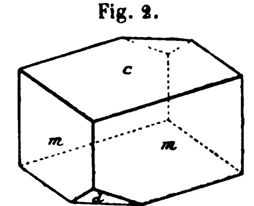
Von Dr. J. E. Mackenzie in Strassburg.

Die Krystalle wurden von Penschuck (Ueber die Oxydation der Tiglinsäure etc. Inauguraldissert. Strassburg 1898)*) aus ätherischer Lösung erhalten. Schmelzp. 88°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,0667 : 1 : 0,8635 ; \quad \beta = 73^\circ 26'.$$

Fig. 2.



Die nach der Basis tafelförmigen Krystalle sind wasserhell. Ihre durchschnittliche Länge in der Richtung der c-Axe beträgt 1,5 mm, in der Richtung der b-Axe 3 mm.

Es wurden beobachtet: $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $d = \{\bar{1}01\}+P\infty$ (Fig. 2).

Eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit geht parallel der Basis. Die Basis und das Orthodoma sind glänzend; die Prismenflächen dagegen sind matt und geben besonders in der Zone $+P\infty . \infty P$ nur sehr schwache und verwaschene Reflexe.

Folgende Winkel wurden gemessen und berechnet.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : m = (001):(110)$	$= {}^*78^\circ 30'$	—
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	$= {}^*91 \; 16$	—
$c : d = (001):(\bar{1}01)$	$= {}^*45 \; 15$	—
$(m : d = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	$= 66 \; 30$	$70^\circ 23')$

*) Irrthümlicherweise wurde in der Dissertation angegeben, dass die Untersuchung der Krystalle von Dr. Linck ausgeführt wurde.

Mit Rücksicht auf die in Folge der schlechten Reflexe unsichere Messung des Winkels $m : d = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$ ist die geringe Uebereinstimmung zwischen dem gemessenen und berechneten Winkel erklärlich.

Die Auslöschung auf der Basis und den Prismenflächen entspricht der Symmetrie monosymmetrischer Krystalle. Auf den Prismenflächen beträgt die Auslöschungsschiefe ca. 25° gegen die Verticalaxe in dem spitzen durch die Prismenkante und die Kante cm gebildeten Winkel.

26. Krystallform des Aethylidenpropionsäuredibromids, $C_5H_8O_2Br_2$.

Von Dr. J. E. Mackenzie.

Die Krystalle wurden von J. E. Mackenzie (Ueber die $\alpha\beta$- und $\beta\gamma$-Pentensäure, Inauguraldissertation. Strassburg 1894, S. 30) aus einer Lösung in Ligroin erhalten. Schmelzpunkt 65°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9508 : 1 : 0,8719;$$
$$\beta = 82^\circ 20'.$$

Es sind luftbeständige, farblose, wasserklare, säulenförmige Krystalle, die eine durchschnittliche Länge von 3 mm in der Richtung der Verticalaxe und eine Dicke von etwa 1 mm besitzen.

Fig. 3.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $d = \{\bar{1}01\}+P\infty$, $a = \{100\}\infty P\infty$ (Fig. 3).

Alle Flächen sind glänzend und geben gute Bilder. Hemidoma und Orthopinakoid sind meist klein ausgebildet, letzteres ist nicht immer vorhanden. Folgende Winkel wurden gemessen und berechnet.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	= *86°36'	—
$c : m = (001):(110)$	= *84 26	—
$c : d = (001):(\bar{1}01)$	= *46 0	—
$m : d = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	= 63 11	63°10'
$a : c = (100):(001)$	= 82 45	82 20

Spaltbarkeit ist nicht wahrzunehmen. Die Auslöschung auf der Basis und den Prismenflächen entspricht der Symmetrie monosymmetrischer Krystalle. Auf den Prismenflächen beträgt die Auslöschungsschiefe ca. 45° gegen die Verticalaxe in dem stumpfen durch die Prismenkante und die Kante cm gebildeten Winkel. Die Symmetrieebene ist optische Axenebene. Auf $\{001\}$ beobachtet man im stumpfen Winkel β den schiefen Austritt einer optischen Axe.

27. Krystallographische Untersuchungen.

Von Dr. A. Brooke.

Die untersuchten Krystalle sind von dem Verf. im chemischen Laboratorium der Universität Strassburg dargestellt worden (vergl. Brooke, Ueber Phenylitaconsäure etc., Inauguraldissertat. Strassburg 1894).

a. Phenylitaconsäure, $C_6H_5.CH = C < \begin{matrix} COOH \\ CH_2.COOH. \end{matrix}$

Schmelzpunkt 180°—192° C. Aus der ätherischen Lösung krystallisirt.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a : b : c = 0,82 : 1 : 0,75$ (Annäherungszahlen);

$\alpha = 105^\circ 47'$, $\beta = 118^\circ 53'$, $\gamma = 84^\circ 59'$.

Fig. 1.

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty \breve{P} \infty$, $a = \{100\}\infty \bar{P} \infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{1\bar{1}0\}\infty,'P$, $p = \{n1n\}\bar{P}'n$ (Fig. 1).

Die farblosen dünnen Zwillingskryställchen sind nach der Axe c verlängert und besitzen eine Breite von etwa $\frac{1}{2}$ mm (in der Zeichnung sind die Krystalle unten angespalten dargestellt). Die Fläche $m\{1\bar{1}0\}$ ist sehr schmal und giebt ein lichtschwaches Bild; $p\{n1n\}$ ist rauh und uneben und lässt sich nicht messen. Der ebene Winkel zwischen den Kanten p/b und a/b wurde unter dem Mikroskope bestimmt.

		Gemessen:
$a : b$	$= (100):(010)$	$= *87^\circ\ 0'$
$a : c$	$= (100):(001)$	$= *61\ \ 22$
$b : c$	$= (010):(001)$	$= *74\ \ 43$
$a : m$	$= (100):(1\bar{1}0)$	$= *37\ \ 47$
Ebener Winkel $p/b : a/b$		$= *32$ ca.

Vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis c und nach dem Brachypinakoid b.

An den gypsähnlichen Zwillingskrystallen fallen die Flächen b und $\underline{b}$ in dieselbe Ebene, und ist $\underline{a}$ parallel a, $\underline{m}$ parallel m. Es ist deshalb die Axe c Zwillingsaxe. Die Verwachsungsfläche der Zwillingskrystalle ist das Makropinakoid; sie verläuft vollkommen eben und giebt einen guten inneren Reflex.

Auslöschungsrichtung auf $b(010)$ circa 37° im stumpfen Winkel β gegen die Axe c; auf $c(001)$ ca. 24° im spitzen Winkel γ und auf $a(100)$ ca. 31° im spitzen Winkel α gegen die Axe b geneigt. Die zwei letzten Bestimmungen wurden an Spaltstücken grösserer Krystalle ausgeführt.

b. Phenylitaconsäureanhydrid,

$$C_6H_5.CH{=}C - CO \atop CH_2 - CO > O.$$

Schmelzp. 164⁰—166⁰. Krystallisirt beim Abkühlen aus der warmen Chloroformlösung.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,013 : 1 : ?; \quad \beta = 70^0 2'.$

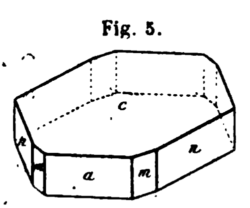


Fig. 5.

Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $a = \{100\}$ $\infty P\infty$, $m = \{110\} \infty P$, $n = \{120\} \infty P2$ (Fig. 5).

Die kleinen Krystalle sind tafelförmig nach der Basis c, haben meistens einen sechsseitigen Umriss und eine Breite von etwa 1 mm. Das Orthopinakoid a ist sehr unvollkommen entwickelt und giebt keinen Reflex; das Prisma m ist selten und sehr klein.

	Beobachtet:	Berechnet:
$n : n = (120):(\bar{1}20)$ =	*55⁰ 24′	—
$n : c = (120):(001)$ =	*80 52	—
$n : m = (120):(110)$ =	18 16	18⁰ 42′

Optische Axenebene ist die Symmetrieebene. Durch die Basis c gesehen tritt eine Axe der Fläche $a(100)$ zugeneigt aus.

c. Phenylaticonsäure.

Eine mit der Phenylitaconsäure und Phenylcitraconsäure isomere Säure. Schmelzpunkt unscharf bei 149⁰—151⁰ C. Krystalle aus ätherischer Lösung.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,0333 : 1 : 1,0482;$
$\beta = 60^0 55'.$

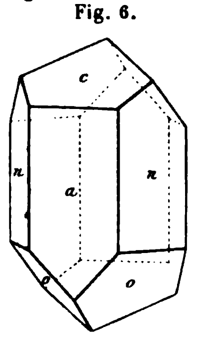


Fig. 6.

Beobachtete Formen: $a = \{100\} \infty P\infty$, $n = \{120\} \infty P2$, $c = \{001\} 0P$, $o = \{\bar{1}11\} + P$ (Fig. 6).

Die farblosen, harten Krystalle sind ziemlich spröde und haben glänzende Flächen. Zur Winkelmessung dienten Krystalle von etwa 1 mm Dicke.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : c = (100):(001)$ =	*60⁰ 55′	—
$o : c = (\bar{1}11):(001)$ =	*68 19	—
$o : o = (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}11)$ =	*83 47	—
$n : n = (120):(1\bar{2}0)$ =	57 45	57⁰ 57′
$n : c = (120):(001)$ =	76 23	76 23

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet. Bruch muschlig.

Auslöschungsrichtung auf $a(100)$ parallel zur Axe c; auf $n(1\bar{2}0)$ circa 13° gegen dieselbe Axe geneigt. Man sieht im convergenten Lichte ein Axenbild an dem unteren Theile der Fläche $a(100)$.

d. Phenylcitraconsäure.

Schmelzpunkt 105°—108°. Isomer mit der Phenylitaconsäure.

Krystallsystem: Asymmetrisch. $a : b : c = 1 : 0,5830 : 0,2467$;

$\alpha = 103^{0}\,15'$, $\beta = 122^{0}\,25'$, $\gamma = 56^{0}\,10'$.

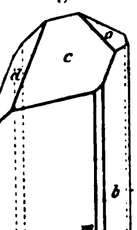


Fig. 7.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\breve{P}\infty$, $b = \{010\}$ $\infty\bar{P}\infty$, $c = \{001\}\,0P$, $m = \{110\}\infty P',$, $n = \{1\bar{1}0\}\infty',P$. $d = \{078\}\frac{7}{8}'\bar{P},\infty$, $o = \{21\bar{1}\}\,2,\breve{P}2$ (Fig. 7).

Der besseren Uebersicht in der Zeichnung wegen ist der Krystall so gestellt, dass das Brachypinakoid dem Beobachter zugekehrt ist*).

Die aufgewachsenen prismatischen Krystalle aus Aether-Ligroin besitzen eine grösste Breite von etwa $\frac{2}{3}$ mm und sind nach der Axe c verlängert, sowie zugleich oft tafelförmig nach der Fläche $a\{100\}$. An allen Krystallen sind die drei Pinakoide gross entwickelt. Die anderen Formen treten meistens vereinzelt auf; ihre Flächen sind auch nur sehr schmal im Vergleiche mit den Pinakoidflächen.

Zur vollständigen Bestimmung der Formen wurden zehn Krystalle aus drei verschiedenen Krystallisationen gemessen. Obwohl die Flächen gute Reflexe gaben, schwankten die Werthe für die Fundamentalwinkel um 20 Minuten; es sind in der Tabelle Durchschnittszahlen angeführt.

		Beobachtet:		Berechnet:
$c : a$	$= (001):(100) =$	*59°39′		—
$b : c$	$= (010):(001) =$	*95 40		—
$a : b$	$= (100):(010) =$	*121 52		—
$b : o$	$= (010):(21\bar{1}) =$	*75 7		—
$c : o$	$= (001):(21\bar{1}) =$	*149 34		—
$c : n$	$= (001):(1\bar{1}0) =$	73 25		73°45′
$b : n$	$= (0\bar{1}0):(1\bar{1}0) =$	41 53		41 31
$b : m$	$= (010):(110) =$	22 51	appr.	23 48
$a : o$	$= (100):(12\bar{1}) =$	79 42		79 48
$n : o$	$= (1\bar{1}0):(21\bar{1}) =$	80 22		80 48
$b : d$	$= (010):(078) =$	71 22		70 53
$a : d$	$= (100):(078) =$	74 28		75 5

*) In der Dissert. d. Verfs. S. 30 sind die Elemente und Symbole der Formen so angegeben, wie es der gewöhnlichen Stellung der rhombischen Krystalle (a Brachydiagonale etc.) entspricht und daher auch die hier mit a und m bezeichneten Formen mit b und n bezeichnet und umgekehrt. D. Red.

Eine vorzügliche Spaltbarkeit nach dem Hemidoma $d\{078\}$. Die Auslöschungsrichtung beträgt auf $a\{100\}$ im stumpfen Winkel β circa 46° gegen die Verticalaxe; auf $b\{010\}$ im stumpfen Winkel α ungefähr 31° gegen dieselbe Axe. Durch das Brachypinakoid $a\{100\}$ ist im convergenten Lichte eine Axe am Rande des Gesichtsfeldes sichtbar, sie tritt gegen die stumpfe Kante $b\,a$ geneigt aus.

e. Phenylcitraconsäureanhydrid.

Schmelzpunkt 60°—61°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}9498 : 1 : 0{,}5291;$$
$$\beta = 80^\circ 53'.$$

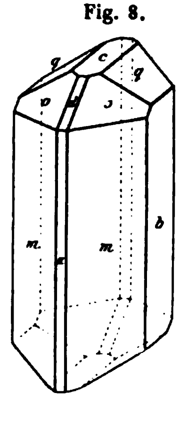


Fig. 8.

Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $b = \{010\}$ $\infty \mathcal{R}\infty$, $c = \{001\}0P$, $q = \{011\}\mathcal{R}\infty$, $o = \{111\}-P$, $d = \{101\}-\mathcal{P}\infty$, $a = \{100\}\infty\mathcal{P}\infty$ (Fig. 8).

Die aus der ätherischen Lösung erhaltenen Krystalle sind säulenförmig nach der Axe c. Die Flächen $d\{101\}$ und $a\{100\}$ waren an den gemessenen Krystallen schmal und unvollkommen, die übrigen Flächen waren anfangs sehr glänzend, wurden aber schon während der Messungen matt. Folgende Winkel wurden bestimmt:

		Beobachtet:	Berechnet:
$o : o$	$= (111):(1\bar{1}1) =$	*46° 23′	—
$o : q$	$= (111):(011) =$	*24 34	—
$q : c$	$= (011):(001) =$	*27 35	—
$q : m$	$= (011):(\bar{1}10) =$	77 33	77° 38′
$o : q$	$= (111):(0\bar{1}1) =$	57 1	57 0
$o : m$	$= (111):(110) =$	48 31	48 29
$m : m$	$= (110):(1\bar{1}0) =$	86 26	86 20

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet. Auslöschungsrichtung auf $m(110)$ ungefähr 19° gegen die Axe c geneigt.

28. Krystallographische Untersuchungen

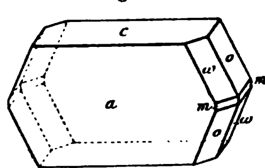
von Dr. E. Bronnert.

Die untersuchten Krystalle wurden von dem Verf. im chemischen Laboratorium der Universität Strassburg dargestellt (vergl. Bronnert, Inauguraldissertation. Strassburg 1894).

a. Symmetrische Diisovaleralglutarsäure,

$$\begin{array}{l} \left.\begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \end{array}\right> CH - CH_2 - CH = C - COOH \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\; CH_2 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \\ \left.\begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \end{array}\right> CH - CH_2 - CH = C - COOH. \end{array}$$

Fig. 9.



Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,8644 : 1 : 2,2147;$
$\beta = 88^0 25'.$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $o = \{\bar{1}11\}+P$. $\omega = \{111\}-P$, $m = \{110\}\infty P$ (Fig. 9).

Winkeltabelle.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : c = (100):(001) =$	$^*88^0 25'$	—
$o : a = (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}00) =$	$^*80 \;\; 1$	—
$o : c = (\bar{1}\bar{1}1):(001) =$	$^*66 \;\; 24$	—
$\omega : a = (1\bar{1}1):(100) =$	79 29	$78^0 45'$
$\omega : c = (1\bar{1}1):(001) =$	66 37	65 53
$\omega : o = (1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}1) =$	21 10	21 22
$m : c = (110):(001) =$	89 52	90 19
$m : a = (110):(100) =$	78 4	78 23
$m : m' = (\bar{1}\bar{1}0):(110) =$	22 46	23 15

Die aus wasserfreiem Aceton krystallisirte Säure schmilzt bei 220° und bildet farblose, durchsichtige, oft gekrümmte, fettig anzufühlende Täfelchen von geringer Härte und einer Breite bis zu 5 mm.

Die Krystalle sind stets dünntafelförmig nach dem Orthopinakoid und haben infolge annähernd gleich grosser Entwickelung der Randflächen einen ziemlich regelmässigen sechsseitigen Umriss. Nur in den seltenen Fällen, wo das Prisma stark entwickelt auftritt, zeigen sie eine achteckige Umgrenzung. Zuweilen sind sie auch in der Richtung der Basis etwas gestreckt.

Nächstdem sind unter den Randflächen die Pyramiden $o = +P$ und $\omega = -P$ am grössten entwickelt; das Prisma besitzt aber meistens nur sehr kleine Flächen. Krystalle, welchen eine oder die andere der oben angegebenen Formen gefehlt hätte, wurden nicht beobachtet.

Die Flächen sind in der Regel glatt und gaben ziemlich gute Reflexe. Die optische Axenebene ist die Symmetrieebene.

Eine der Axen tritt senkrecht zum Orthopinakoid aus, die andere im

spitzen Winkel β, ungefähr 74° 59′ in Luft, 44° 1′ in Oel, gegen das Orthopinakoid geneigt.

Die Untersuchung der Auslöschung auf den verschiedenen Randflächen ergab vollständig monosymmetrisches Verhalten.

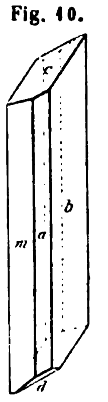
b. Isovaleralbuttersäuredibromid,

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > CH - CH_2 - CHBr - CHBr - CH_2 - CH_2 - COOH \,.$$

Schmelzpunkt 66°. Krystallisirt aus Ligroin.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

Fig. 10.



$a : b : c = 0,6829 : 1 : 0,32876$;

$A = 115°\ 9'$	$\alpha = 121°54'$
$B = 89\ 22$	$\beta = 69\ 42$
$C = 125\ 15$	$\gamma = 130\ 0$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{1\bar{1}0\}\infty'P$, $d = \{10\bar{1}\},\bar{P},\infty$ (Fig. 10).

Winkeltabelle.

	Gemessen:
$a : b = (100):(010) =$	*54° 45′
$a : c = (100):(001) =$	*90 38
$b : c = (010):(001) =$	*64 51
$m : a = (1\bar{1}0):(100) =$	*47 30
$a : d = (100):(10\bar{1}) =$	*61 25

Zur Messung standen nur einige Nädelchen von etwa $1\frac{1}{2}$ mm Länge und $\frac{1}{4}$ mm Dicke zur Verfügung.

Die Basis war an dem nicht aufgewachsenen Ende stets gut entwickelt und gab gute Reflexe.

Dagegen liessen die Flächen der Prismenzone und das nur klein entwickelte $d = ,\bar{P},\infty$ keine scharfen Messungen zu. Erstere zeigten in der Regel starke Längsstreifungen und infolge dessen sehr zusammengesetzte Reflexe. Zudem sind die Flächen des Makropinakoids sehr schmal, die des Brachypinakoids nur wenig breiter. Die Prismenflächen m stehen bezüglich der Breite in der Mitte.

Die zur Rechnung verwandten Werthe beziehen sich alle auf einen einzigen Krystall, dessen Flächen verhältnissmässig einfache Reflexe gaben.

Die Messungen waren immerhin nur bis auf 1°—$1\frac{1}{2}$° genau auszuführen. Die Auslöschungsschiefe auf den Flächen der Prismenzone betrug 30°—45° gegen die Verticalaxe.

IV. Ueber ein neues Arseniat von Laurion.

Von

L. Milch in Breslau.

Herrn Professor Dr. Hintze ging durch die Mineralienhandlung von Dr. Krantz in Bonn eine Suite von Stufen aus den Erzbergwerken von Laurion zu; Herr Dr. Krantz hatte in dem die Stufen bekleidenden Mineral ein jedenfalls für Laurion neues Vorkommen erkannt und stellte in dankenswerther Bereitwilligkeit das Material dem Breslauer mineralogischen Institut für eine Untersuchung zur Verfügung. Diese Untersuchung überliess mir gütigst Herr Prof. Hintze und machte mich gleichzeitig darauf aufmerksam, dass das Mineral nach Krystallform, Glanz und Farbe an Skorodit erinnert. Diese Aehnlichkeit schien nach einer Analyse, die auf meine Bitte Herr Dr. Friedrich Auerbach freundlichst ausführte, auch in chemischer Hinsicht vorhanden zu sein; als Hauptbestandtheile wurden Eisenoxyd, Arsensäure und Wasser gefunden. Der Nachweis von Schwefelsäure und Blei in nicht unbeträchtlicher Menge liess eine genauere Untersuchung erforderlich erscheinen, die allerdings auf sehr grosse Schwierigkeiten stiess.

Auf einem drusigen, stark eisenschüssigen, quarzitischen Gesteine sitzen braunrothe, glänzende Kryställchen von $\frac{1}{2}$ mm bis 3 mm Grösse, die zum Theil von einer olivgrünen Verwitterungsschicht oder einem Mantel von Eisenhydroxyd umgeben sind. Es lässt sich hierbei eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen: die relativ grössten Krystalle sind zum Theil in Eisenhydroxyd umgewandelt, die mittelgrossen von der olivgrünen Schicht überdeckt und nur die kleinsten völlig unzersetzt.

Trotz sehr zahlreicher Versuche liess sich nun kein Krystall finden, dessen Flächenbeschaffenheit eine Signalmessung gestattete, aber auch zur Erzielung guter Schimmermessungen erwies sich die Substanz als völlig ungeeignet.

Zwar zeigen die kleinsten rothbraunen Kryställchen hellen Glanz, aber die Flächen sind sämmtlich gekrümmt und die Kryställchen so dicht gedrängt, dass fast nie an einem Krystalle mehr als eine Fläche frei entwickelt ist.

Die Flächen der grössten, von der Verwitterungsrinde von Eisenhydroxyd bedeckten Krystalle sind so uneben, dass der Versuch, durch Aufkleben von dünnen Glasplättchen die Messung zu fördern, wegen der grossen Willkür, die mit dem Befestigen des Glases verbunden war, bald aufge-

geben werden musste. So blieb nur übrig, an einer grossen Anzahl der mittelgrossen, mit der olivgrünen Verwitterungsschicht bedeckten Kryställchen möglichst viele Schimmermessungen vorzunehmen.

Die Krystallgestalt weist dem unbewaffneten Auge, wie bereits erwähnt, eine sehr grosse Aehnlichkeit mit Skorodit auf; es herrscht eine ziemlich spitze Pyramide, zu der sich regelmässig ein Pinakoid gesellt; nur in ganz vereinzelten Fällen konnte noch eine prismatische Form beobachtet werden. Diese prismatische Fläche war stets so matt und gerundet, dass eine Schimmermessung an ihr ausgeschlossen war; aber auch das regelmässig auftretende Pinakoid musste nach zahlreichen Versuchen von den Messungen ausgeschlossen werden, da die Fläche immer stark geknickt war. Es blieben somit nur die Winkel der Pyramide, für die sich nach zahlreichen Schimmermessungen Werthe herausstellten, die den beim Skorodit beobachteten sehr nahe stehen. Eine Verwerthung dieser Zahlen konnte jedoch erst nach der auf optischem Wege erreichten Feststellung des Krystallsystems stattfinden.

Die Untersuchung dreier, je durch zwei Kantenpaare der Pyramide geführten Schnitte ergab, dass das Mineral dem rhombischen Systeme angehört; die Axenebene liegt in dem als Krystallfläche ausgebildeten Pinakoid. Stellt man diese als Querfläche a, wie beim Skorodit, so tritt die erste Mittellinie auf der Basis aus. Der optische Charakter des Minerals ist positiv. Somit stimmen die optischen Eigenschaften des Minerals mit denen des Skorodit überein.

Legt man der Berechnung des Axenverhältnisses der auf optischem Wege als rhombisch erkannten Krystalle die in nicht zu weiten Grenzen schwankenden Werthe von 64° für den Winkel $(111):(1\bar{1}1)$ und 79° für den Winkel $(111):(\bar{1}11)$ zu Grunde, so ergeben sich die approximativen Axenwerthe:

$$a : b : c = 0,843 : 1 : 0,945$$

und für den Winkel $(111):(11\bar{1})$ der approximative Werth $68\frac{1}{4}^\circ$. Gemessen wurde dieser Winkel, allerdings als Mittel nicht sehr zahlreicher, unter sich sehr stark abweichender Winkel ($\pm 1\frac{1}{2}^\circ$) zu $68\frac{1}{2}^\circ$ *).

Das Mineral ist, wie die Untersuchung im Schliffe zeigt, homogen; in dünnen Platten wird es farblos bis ganz hellgelb durchsichtig, die Farbe im durchfallenden Lichte erinnert an die gewisser Olivine im Dünnschliffe. Deutliche Spaltbarkeit ist nicht bemerkbar, wohl aber Klüftung. Die drei untersuchten Krystalle zeigten deutlich zonaren Bau: im Inneren befinden sich hellgelb durchsichtige Kerne und Zonen. Unterschiede in der Orientirung der hellgelben und der farblosen Theile sind nicht bemerkbar, da-

*) Bei den grossen Unterschieden zwischen den einzelnen Messungen des Winkels $(111):(11\bar{1})$ ist auf die Uebereinstimmung des gemessenen und des berechneten Werthes kein Gewicht zu legen.

gegen macht sich bisweilen eine optische Feldertheilung geltend, die von den Ecken des gelben Kernes ausgeht.

Die äusserste Schicht der Krystalle wird von einer durch Eisenhydroxyd braunroth gefärbten Zersetzungsrinde gebildet.

Die quantitative Analyse, die Herr Dr. Auerbach gleichfalls freundlichst übernahm, ergab folgende Werthe:

As_2O_5	33,44	
SO_3	3,74	
Fe_2O_3	34,53	(33,65)
PbO	10,63	(10,26)
SiO_2	1,13	
$CaCO_3$	1,46	
H_2O	3,74	(chemisch gebunden)
H_2O	11,81	(Krystallwasser)
	100,48	

Rechnet man nach Abzug der Gangart (SiO_2 und $CaCO_3$) die gefundenen Zahlen auf Gangart-freie Substanz um, so führen die Werthe auf die Formel:

$$2\,PbSO_4 + 6\,As_2O_8(FeOH)_3 + 27\,H_2O$$ oder anders geschrieben

$$2\left[\begin{matrix}(FeOH)_9\\ Pb\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}(AsO_4)_6\\ SO_4\end{matrix}\right] + 27\,H_2O.$$

	Gefunden (Gangart-frei):	Berechnet:	Diff.:
As_2O_5	34,33	33,87	+ 0,46
SO_3	3,84	3,93	— 0,09
Fe_2O_3	35,45	35,34	+ 0,11
PbO	10,91	10,94	— 0,03
H_2O (chemisch geb.)	3,84	3,98	— 0,14
H_2O (Krystallwasser)	12,12	11,93	+ 0,19

Das Krystallwasser ist durch die beginnende Zersetzung des Minerals jedenfalls etwas verändert; nimmt man, was man daher unbedenklich thun kann, statt $27\,H_2O$ $24\,H_2O$ an, so vereinfacht sich die Formel zu

$$\left.\begin{matrix}(FeOH)_9\\ Pb\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}(AsO_4)_6\\ SO_4\end{matrix}\right. + 12\,H_2O;$$

es kommen dann also, wie beim Skorodit, auf je einen Arsensäurerest zwei Molekel Krystallwasser.

Da nun sowohl der Skorodit wie das neue Mineral wasserhaltige Eisenarseniate sind, so legte die äussere Aehnlichkeit die Vermuthung nahe, der Skorodit möchte vielleicht auch nicht sein gesammtes Wasser als Krystallwasser enthalten. Da die bisher von Skorodit angefertigten Analysen über Versuche, das Wasser fractionirt zu bestimmen, keine Angaben enthalten,

so wurde ein Controlversuch angestellt. Es ergab sich, dass thatsächlich der Skorodit sein gesammtes Wasser zwischen 160⁰ und 200⁰ abgiebt, dass er also wie bisher als normales Eisenarseniat anzusehen ist. Ob nun die Aehnlichkeit zwischen dem neuen Mineral und dem Skorodit eine mehr zufällige ist, oder ob das normale und das basische Eisenarseniat im Verhältniss der Morphotropie stehen, kann nach den gegenwärtigen Erfahrungen vielleicht überhaupt noch nicht, keinesfalls aber an dem vorliegenden, für eine exacte krystallographische Untersuchung ungeeignetem Material entschieden werden; es muss genügen, auf die Aehnlichkeit aufmerksam zu machen und die Daten für beide Mineralien nebeneinander zu stellen.

	Neues Mineral:		Skorodit:
Formel:	$2\left[\begin{matrix}(FeOH)_9\\Pb\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}(AsO_4)_6\\SO_4\end{matrix}\right] + 27\,H_2O$ *)		$FeAsO_4 + 2\,H_2O$.
Krystallsystem:	Rhombisch.		Rhombisch.
Axenverhältniss:	$a:b:c = 0{,}843$ appr. $: 1 : 0{,}945$ appr.		$a:b:c = 0{,}8673 : 1 : 0{,}9558$.
Winkel der Pyramide $P(111)$:			
	$(111):(1\bar{1}1) = 64^0$ appr.		$65^0 20'$
	$(111):(\bar{1}11) = 79$ -		77 8
	$(111):(11\bar{1}) = 68\frac{1}{4}$ -		68 54
Ebene der optischen Axen:	$a(100)$		$a(100)$
Erste Mittellinie:	die Verticale		die Verticale
Opt. Charakter:	positiv		positiv
Analyse:			
	Fe_2O_3	35,34 %	34,62 %
	PbO	10,94	—
	As_2O_5	33,87	49,80
	SO_3	3,93	—
	chem. geb. H_2O	3,98 } 15,91	—
	Krystallwasser H_2O	11,93 }	15,58

Für das neue Mineral schlage ich zum Andenken an den verewigten C. A. Lossen den Namen Lossenit vor.

*) An sich wahrscheinlicher als diese aus der Analyse direct berechnete Formel ist die Formel $\left[\begin{matrix}(FeOH)_9\\Pb\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}(AsO_4)_6\\SO_4\end{matrix}\right] + 12\,O_2H$, vergl. S. 102.

V. Mineralogische Notizen. VI.

Von

Carl Vrba in Prag.

(Hierzu Tafel III und IV.)

---

27. Beryll von Pisek.

Beryll ist neben Turmalin der gewöhnlichste accessorische Gemengtheil in den Pegmatiten der Umgebung von Pisek; mit Ausnahme des Feldspathbruches »u Ptáčkovny«, wo keine Spur von Beryll gefunden wurde, und des im Juli 1893 eröffneten Bruches am Paseker Hügel, wurde er in allen übrigen Feldspathbrüchen angetroffen. Die grösste Menge von Beryll lieferte der im Jahre 1884 in Betrieb gesetzte Bruch im städtischen Walde »u obrázku« sowie der fürstlich Schwarzenberg'sche Feldspathbruch bei Ondraž; am letzteren Orte ist der Beryll stets frisch, unzersetzt, im erstgenannten Bruche ist derselbe gewöhnlich in Zersetzung begriffen.

Im Jahre 1887 wurde nur etwa 500 Schritte von dem ersten Feldspathbruche »u obrázku« entfernt ein neuer Bruch eröffnet, in welchem zwar der Beryll vollkommen fehlt, doch weisen überaus zahlreiche hexagonalsäulenförmige Hohlräume, die mit Albit, Bertrandit und Apatit ausgekleidet oder auch ganz ausgefüllt sind, darauf hin, dass Beryll auch in dem Pegmatit dieses Bruches reichlich vorhanden war. In den übrigen Brüchen der Umgebung von Pisek, — bei Ober-Neusattel, »pod Havírkami«, beim Mlaker Forsthaus, am Mehelník-Berge, — ist Beryll in grösseren oder kleineren Quantitäten vorgekommen.

Im ersten Bruche »u obrázku« wurden zwei Beryll-Varietäten beobachtet, der undurchsichtige, gemeine Beryll und der durchsichtige Edelberyll, letzterer entweder schön gelb, oder auch licht bläulichgrün, aquamarinähnlich gefärbt.

Der gemeine, undurchsichtige, oder nur an den Kanten schwach durchscheinende Beryll ist im Bruche »u obrázku« fast immer mehr oder

minder zersetzt, bröcklig, licht gelblichgrün oder schmutzig grünlichgelb gefärbt. Wenn die Zersetzung weiter vorgeschritten ist, zeigt er graugelbe bis bräunliche Farben. Oberflächlich pflegen die Beryllsäulen mit perlmutterglänzenden Bertranditblättchen bedeckt zu sein, die auch kleine Höhlungen und Risse im Beryll ganz ausfüllen. Mitunter ist der gemeine Beryll in ein körniges Gemenge sehr kleiner Beryllkörner, winziger Bertranditkryställchen und einer gelblichen, erdigen Substanz verändert und bildet eine poröse, wenig consistente Masse, die zwischen den Fingern leicht zerdrückt werden kann.

Gewöhnlich bildet der gemeine Beryll die bekannten, quer zerklüfteten, hexagonalen Säulen, deren Dimensionen mitunter recht bedeutend sind; Säulen von 15 cm Durchmesser und 20 cm Länge und darüber sind ziemlich häufig. Mit Ausnahme spärlicher Fälle sind die Beryllsäulen an den Polen abgebrochen; die Endfläche ist ziemlich selten, Pyramidenflächen sehr selten ausgebildet. Unter einigen hundert Beryllen habe ich nur zwei Krystalle gefunden, die neben der Säule und Endfläche auch Pyramidenflächen entwickelt hatten. Nachdem sämmtliche Flächen des kleineren Krystalles drusig sind, war eine directe Messung nicht möglich, weshalb ich mich darauf beschränkte, die Flächenneigungen an mit Glimmerblättchen versehenen Wachsabdrücken zu ermitteln.

An dem grösseren, 4 cm hohen und 3 cm dicken Individuum habe ich beobachtet:

$$a\{10\bar{1}0\}\infty P,\ c\{0001\}0P,\ p\{10\bar{1}1\}P;$$

letztere Fläche stumpft als schmale Facette die Combinationskante der ersterwähnten Formen ab. Die an Abdrücken gemessenen Winkel und die aus Kokscharow's Verticale $c = 0{,}49886$ berechneten Neigungen sind die folgenden:

	Berechnet:	Gemessen:
$p(10\bar{1}1)P : c(0001)\ 0P =$	$29^\circ 56\frac{1}{2}'$	$30^\circ 10'$
$: a(10\bar{1}0)\infty P =$	$60\ \ 3\frac{1}{2}$	$60\ \ 7$

Der zweite, kleine, 14 mm hohe, 3 mm dicke, ursprünglich im Turmalin eingewachsene Krystall ist auf Taf. III, Fig. 1 dargestellt; er ist gebildet von:

$$a\{10\bar{1}0\}\infty P,\ c\{0001\}0P,\ p\{10\bar{1}1\}P,\ s\{11\bar{2}1\}2P2.$$

In Folge der Rauhheit der Pyramidenflächen liessen die hergestellten Abdrücke vieles zu wünschen übrig, doch stimmen die gemessenen Winkel mit den berechneten Werthen ziemlich befriedigend überein.

	Berechnet:	Gemessen:
$a(10\bar{1}0)\infty P : s(2\bar{1}\bar{1}1)2P2 =$	$52^\circ 17\frac{1}{2}'$	$52^\circ 37'$
$: p(1\bar{1}01)\ P =$	$75\ \ 33$	$75\ \ 2$

Obzwar bereits eine grosse Anzahl von Beryllkrystallen eingehend krystallographisch untersucht wurde und obschon die Krystalle dieses sehr gewöhnlichen Minerals häufig mit einander verwachsen oder durch einander durchgewachsen erscheinen, sind doch bislang Zwillinge an demselben nicht beobachtet worden. Am gemeinen Beryll aus dem Feldspathbruche »u obrázku« ist es mir gelungen den ersten Fall einer Zwillingsverwachsung nachzuweisen. Zwei hexagonale, an den Polen abgebrochene, nahezu gleich grosse Säulen — etwa 7 cm hoch und 5 cm dick — sind derart verwachsen, dass die vorderen und rückwärtigen Protoprismenflächen in eine Ebene fallen und die Verticalkanten derselben etwa 64° einschliessen. Nachdem der Krystall eine directe Messung der von den Prismen gebildeten, einspringenden Zwillingskante nicht gestattete, bestimmte ich dieselbe an Wachsabdrücken, denen Glimmerblättchen aufgelegt wurden. Nachdem die Prismenflächen nicht vollkommen eben waren und der noch so vorsichtig abgenommene Abdruck selbst den von den Flächen eingeschlossenen Winkel nicht absolut genau wiedergiebt, ist der durch Messung ermittelte Werth nur approximativ.

Aus dem beobachteten Zwillingswinkel:

$$(01\bar{1}0):(01\bar{1}0) = 84^\circ 55'$$

berechnet sich das Symbol der Zwillingsfläche:

$$\{13.13.\bar{26}.8\}\tfrac{13}{4}P2,$$

welche einen berechneten Winkel

$$(01\bar{1}0):(01\bar{1}0) = 85^\circ 2\tfrac{1}{2}'$$

erfordert. Mit Rücksicht auf die approximative Messung ist die Uebereinstimmung des beobachteten und berechneten Winkelwerthes eine befriedigende, aber das Symbol der Zwillingsfläche ist keineswegs ein einfaches. Mit der Fläche $(\bar{13}.26.\bar{13}.8)$ bildet die Fläche $(5.\bar{10}.5.8)$ einen Winkel $= 89^\circ 44'$, es stehen somit beide Flächen auf einander fast senkrecht. Nimmt man letztere Fläche $(5.5.\bar{10}.8)\tfrac{5}{4}P2$ als Zwillingsfläche an, so berechnen sich die Winkel:

$$
\begin{aligned}
(1\bar{1}00)\infty P:(5.\bar{10}.5.8)\tfrac{5}{4}P2 &= 62^\circ 43' 50'' \\
:(1\bar{1}00)\infty P &= 125\ 43\ 40 \\
(01\bar{1}0)\infty P:(01\bar{1}0)\infty P &= 85\ 24\ 10
\end{aligned}
$$

Obgleich nun der letzte, von Prismenflächen an der zur Zwillingsfläche $(5.\bar{10}.5.8)\tfrac{5}{4}P2$ senkrechten Fläche gebildete Winkel weniger mit dem beobachteten Werthe übereinstimmt, als mit jenem aus der Form $\{13.\bar{26}.13.8\}\tfrac{13}{4}P2$ berechneten, ist es doch wahrscheinlicher, dass das einfachere Symbol der Zwillingsfläche zukommt und dass beide Individuen in einer zur Zwillingsfläche normalen Ebene verwachsen erscheinen. Die minder befriedigende Uebereinstimmung zwischen dem beobachteten und

berechneten Winkel findet eine hinreichende Erklärung in der approximativen Messung und in dem bekannten Umstande, dass Zwillingswinkel häufig Abweichungen von den theoretischen Werthen aufweisen.

Der durchsichtige, gelbe oder bläulichgrüne Edelberyll weist keine Merkmale der Zersetzung auf, die am gemeinen Beryll beobachtet werden; er ist vollkommen durchsichtig und ganz frisch, aber immer mehr oder minder stark corrodirt. Aehnliche Berylle haben S. L. Penfield und E. S. Sperry von Willimantic in Connecticut*) und S. L. Penfield von Mt. Antero in Colorado**), wo fast genau dieselbe Paragenesis der Mineralien beobachtet wurde wie in der Umgebung von Pisek, beschrieben. Oft findet man den Rest des ursprünglichen Krystalles, manchmal in zwei oder mehrere Stücke getheilt, mit unzähligen, parallel orientirten Aetzgrübchen und Aetzhügeln bedeckt, in einem Gemenge winziger Bertranditkryställchen und feinschuppigen, gelben Glimmers in einem Hohlraum eingebettet, den früher der Beryllkrystall ganz erfüllte. Die Grösse der corrodirten Edelberylle ist im Vergleiche mit jener des gemeinen Berylles nur unbedeutend; der grösste, mit ansehnlichen Aetzgrübchen und Aetzhügeln bedeckte, bläulichgrüne und vollkommen durchsichtige Beryll, Eigenthum des Herrn Julius Brabetz, Ingenieur in Protivin, ist 3 cm hoch und $2\frac{1}{4}$ cm dick, doch sollen noch etwas grössere Stücke gefunden worden sein.

Deutlichere Krystallumrisse sind am durchsichtigen Beryll äusserst selten; nur an spärlichen Exemplaren dieses Berylles habe ich verhältnissmässig wenig corrodirte Prismenflächen beobachtet, die Pole der Säulen sind in der Regel viel stärker angeätzt, so dass nur in seltenen Fällen mässig ausgedehnte Reste der Basis erhalten sind, die vollkommen eben und intensiv glänzend aber meist hexagonal getäfelt ist.

Unter sehr zahlreichen Krystallen fand sich nur ein einziger, gelber, vollkommen durchsichtiger Beryll, dessen Flächen mässig corrodirt sind und zum Theil am Goniometer deutliche Reflexe gaben. Die Combination dieses 16 mm hohen und 13 mm dicken, auf Taf. III, Fig. 2 gezeichneten Krystalles ist:

$$a\{10\bar{1}0\}\infty P,\ c\{0001\}0P,\ s\{11\bar{2}1\}2P2,\ p\{10\bar{1}1\}P,\ n\{31\bar{4}1\}4P\tfrac{4}{3},\ \lambda\{15.1.\bar{1}\bar{6}.1\}16P\tfrac{16}{15}.$$

Die letzte Form, welche der Zone $[as]$ angehört, ist bislang am Beryll nicht beobachtet worden, die Flächen derselben sind etwas gewölbt und es ist nicht möglich zu entscheiden, ob es eine wirkliche Krystall- oder eine Corrosionsfläche ist; die Form $n\{31\bar{4}1\}4P\frac{4}{3}$ ist ziemlich ebenflächig und mässig corrodirt, es scheint, dass dieselbe eine wirkliche Krystallfläche ist.

---

*) American Journ. of Science etc. 1888, **36**, 317; diese Zeitschr. **17**, 405.

) Ibid. 1890, **40, 488; diese Zeitschr. **20**, 491.

Die gemessenen Winkel, auf welche sich die Bestimmung der oben angeführten Combination gründet, sind Mittelwerthe zahlreicher Ablesungen. Zum Vergleiche habe ich in der folgenden Tabelle die aus dem Kokscharow'schen Element des Berylles und den betreffenden Symbolen berechneten Winkel hinzugefügt.

	Berechnet:	Beobachtet:
$c(0001):p(10\bar{1}1)$	$= 29^{\circ}56\frac{1}{2}'$	$30^{\circ}\ 4'$
$:s(11\bar{2}1)$	$= 44\ 56$	$45\ 0$
$a(10\bar{1}0):\lambda(15.1.\bar{16}.1)$	$= 7\ 20$	$7\ 24$
$:n(31\bar{4}1)$	$= 29\ 00$	$28\ 54$
$:s(11\bar{2}1)$	$= 52\ 17\frac{1}{2}$	$52\ 14$
$:p(10\bar{1}1)$	$= 60\ 3\frac{1}{2}$	$60\ 6$
$s(11\bar{2}1):p(10\bar{1}1)$	$= 23\ 15\frac{1}{2}$	$23\ 26$
$:n(31\bar{4}1)$	$= 23\ 17$	$23\ 18$
$:\lambda(15.1.\bar{16}.1)$	$= 44\ 57$	$44\ 52$

Ich habe versucht, die Symbole der Aetzflächen zu ermitteln, aber zahlreiche Messungen, die zu diesem Zwecke unternommen wurden, haben meist ein negatives Resultat ergeben; die Aetzflächen selbst sind gewöhnlich uneben, gewölbt, häufig facettirt, und wenn sie Reflexe überhaupt geben, sind dieselben meist undeutlich und gewöhnlich zersplittert. Ueberdies weisen die Neigungswinkel der Aetzflächen eine grosse Inconstanz auf, die manchmal einen, ja mehrere Grade beträgt, eine Erscheinung, die auch von S. L. Penfield an corrodirten Beryllen von Willimantic und Mt. Antero beobachet wurde*). Wenn auch manchmal zwei Flächen deutlichere Signalreflexe lieferten, war es noch nicht möglich, das Symbol derselben sicher zu stellen, weil das ringsum von Aetzflächen umgrenzte Individuum nicht die nöthige Orientirung ermöglichte.

Aus den angeführten Gründen musste ich mich darauf beschränken, nur jene Aetzflächen goniometrisch zu prüfen, die nicht nur hinreichend eben und glänzend waren, somit verlässliche Signalbilder reflectirten, sondern auch Beryllen angehörten, an denen entweder deutliche Prismenflächen oder die Basis erhalten waren. Solcher Berylle fand ich aber in dem mir zu Gebote stehenden Materiale nur eine beschränkte Zahl vor.

Anfangs habe ich versucht mit der Wood'schen Legirung Abgüsse von Aetzgrübchen zu erzeugen, leider mit ungünstigem Erfolge; die Abgüsse eines und desselben Aetzgrübchens gaben am Goniometer sehr differirende Winkel. Das in die Aetzgrube hineingegossene Wood'sche Metall hat dieselbe nicht vollkommen ausgefüllt, erstarrte schnell und schrumpfte ungleichmässig zusammen. Aehnliche Resultate ergaben Siegellack und

*) l. c.

Ozokerit. Obgleich letztere Substanz, gut zubereitet, sich sonst zur Herstellung von Abdrücken sehr wohl eignet, war ich nicht im Stande, mittelst derselben scharfe Abdrücke der oft recht steilen Pyramidennegative zu erzeugen. Es blieb unter solchen Umständen nichts anderes übrig, als an abgesprengten Stückchen von geeigneten Beryllen die Messungen direct vorzunehmen. Zu diesem Zwecke habe ich von einigen Beryllen Stückchen abgesprengt, an denen ausser sehr guten und möglichst ausgedehnten Corrosionsflächen auch Partien von Krystallflächen erhalten waren, welche Reflexe lieferten. An einem Fragmente war das Prisma erster Ordnung und die Basis entwickelt; die Orientirung hat an diesem Krystalle keine Schwierigkeiten verursacht. Die Kanten der hexagonalen, spärlichen Aetzgrübchen hatten eine zur Combinationskante $(10\bar{1}0):(0001)$ normale Richtung, woraus sich das Pyramidennegativ als der zweiten Ordnung angehörig ergiebt, wogegen Corrosionsflächen der Zone $(10\bar{1}0):(0001)$ den Pyramiden erster Ordnung zuzuzählen sind.

Die Reflexe sämmtlicher secundärer Flächen, wenn dieselben auch nicht absolut scharf sind, sind doch so beschaffen, dass die aus den gemessenen Winkeln abgeleiteten Symbole als vollkommen sicher betrachtet werden können. Den Corrosionsflächen gehören die nachfolgenden Symbole an:

$$*\xi\{11\bar{2}4\}\tfrac{1}{2}P2,\ o\{11\bar{2}2\}P2,\ *\varepsilon\{60\bar{6}5\}\tfrac{6}{5}P,\ r\{30\bar{3}2\}\tfrac{3}{2}P,\ u\{20\bar{2}1\}2P.$$

Die mit einem Sternchen bezeichneten Formen sind am Beryll bisher überhaupt nicht beobachtet worden, die übrigen sind als Krystallflächen bekannt; $o\{20\bar{2}1\}2P$ giebt S. L. Penfield auch als Corrosionsfläche am Beryll von Mt. Antero an. Die Winkel der Flächennormalen der oben angeführten Formen sind als Mittelwerthe mit den berechneten Winkelwerthen im Folgenden zusammengestellt.

		Berechnet:	Gemessen:
$c(0001)0P$	$:\xi(11\bar{2}4)\frac{1}{2}P2$	$= 14^\circ\ 0'$	$13^\circ 57\frac{1}{2}'$
	$:o(11\bar{2}2)P2$	$= 26\ 30\frac{1}{2}$	26 17
	$:u(20\bar{2}1)2P$	$= 49\ \ 2$	49 27
	$:r(30\bar{3}2)\frac{3}{2}P$	$= 40\ 49\frac{1}{2}$	40 35
	$:\varepsilon(60\bar{6}5)\frac{6}{5}P$	$= 34\ 39$	34 21
$a(10\bar{1}0)\infty P$	$:u(20\bar{2}1)2P$	$= 40\ 58$	40 51
	$:r(30\bar{3}2)\frac{3}{2}P$	$= 49\ 10\frac{1}{2}$	49 3
	$:\varepsilon(60\bar{6}5)\frac{6}{5}P$	$= 55\ 21$	55 39
$o(11\bar{2}2)P2$	$:o'(\bar{1}2\bar{1}2)P2$	$= 25\ 47$	25 33

Ein anderer durchsichtiger Beryll war fast ganz von Aetzhügeln und Aetzgrübchen begrenzt und wäre die Orientirung an diesem Krystalle ganz unmöglich gewesen, wenn dieselbe nicht kleine Reste der hexagonal getäfelten Basis ermöglicht hätten. An den Piseker Krystallen, gleichwie an

Beryllen anderer Fundorte, folgt die Riefung der Combinationskante (0001):(10$\bar{1}$0). An dem besagten Beryll beobachtete ich Aetzgrübchen, die zum Theil hexagonalen, zum Theil dihexagonalen Pyramiden angehörten.

Die hexagonalen Pyramiden gehören der Grundreihe an, denn ihre Basis ist parallel der Riefung auf der Endfläche des Individuums. Ich habe drei Formen dieser Reihe nachgewiesen: {70$\bar{7}$2}$\frac{7}{2}P$, {20$\bar{2}$1}$2P$, {40$\bar{4}$1}$4P$. Die erste der angeführten Formen bildet recht ansehnliche Negative, deren Flächen entweder vollkommen eben und glänzend sind oder parallel der Basalkante sehr zart gerieft erscheinen. Die beiden letzteren Gestalten treten nur als schmale Facetten auf. Alle genannten Pyramiden sind am Beryll als Krystallflächen bekannt; {70$\bar{7}$2}$\frac{7}{2}P$ hat R. Panebianco am Beryll von Lonedo*) beobachtet, {40$\bar{4}$1}$4P$ bestimmte ich am Smaragd von Sta. Fé de Bogota**), {20$\bar{2}$1}$2P$ ist eine sehr gewöhnliche Form, die auch von Penfield als Corrosionsfläche am Beryll von Mt. Antero angegeben wird***).

Die dihexagonalen Pyramiden haben die kleinere Polkante scharf ausgebildet, die grössere Polkante hingegen gerundet; erstere entspricht ihrer Lage nach den Flächen der Pyramiden erster Ordnung, während die letztere den Polkanten analog orientirt ist. Die Symbole der beiden bestimmten dihexagonalen Pyramiden sind {25.11.$\overline{36}$.25}$\frac{36}{25}P\frac{36}{25}$ und {275.121.$\overline{396}$.360}$\frac{11}{10}P\frac{36}{25}$. Die erstere Form bildet entweder selbständige Aetzgrübchen oder ist, wenn mit der zweitgenannten Form combinirt, ausgedehnter; häufig ist das Aetzgrübchen durch {70$\bar{7}$2}$\frac{7}{2}P$ nach unten abgeschlossen.

Die dihexagonalen Pyramiden sind, wie aus den oben angeführten Symbolen ersichtlich, Vicinalformen von {21$\bar{3}$2}$\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$ und {21$\bar{3}$3}$P\frac{3}{2}$. Da die Symbole der angeführten Formen hohe Zahlen aufweisen, war ich bestrebt sie durch einfachere zu ersetzen, bildete zu diesem Zwecke einen Kettenbruch und bestimmte die Näherungsbrüche. Die berechneten Winkel der auf diese Weise erhaltenen Näherungsformen entsprechen aber nicht in dem Maasse den thatsächlich beobachteten Winkeln, wie auf Grund der ziemlich guten und verlässlichen Messungen zu erwarten gewesen wäre.

Die goniometrisch bestimmten Winkel der Flächennormalen sind in folgender Uebersicht mit den berechneten Winkelwerthen zusammengestellt und bieten eine befriedigende Uebereinstimmung.

	Berechnet:	Gemessen:
(0001)$0P$:(20$\bar{2}$1)$2P$ =	49° 2′	49° 2½′
:(70$\bar{7}$2)$\frac{7}{2}P$ =	63 37	63 36
:(40$\bar{4}$1)$4P$ =	66 32	66 40

*) Atti del R. Istituto Veneto di scienze etc. 1887, 5, 6; diese Zeitschr. **14**, 513.

) Diese Zeitschr. **5, 482.

***) Amer. Journ. of Science 1890, **40**, 488; diese Zeitschr. **20**, 491.

	Berechnet:	Gemessen:
$(70\bar{7}2)\frac{7}{2}P:(07\bar{7}2)\frac{7}{2}P$	$= 53^0 13'$	$53^0 41'$ *)
$(0001)0P:(25.11.\bar{36}.25)\frac{36}{25}P\frac{36}{25}$	$= 26\ 21\frac{1}{2}$	$26\ 18$
$:(275.121.\bar{396}.360)\frac{11}{10}P\frac{36}{25}$	$= 29\ 21$	$29\ 21$
$(25.11.\bar{36}.25)\frac{36}{25}P\frac{36}{25}:(36.\bar{11}.\bar{25}.25)\frac{36}{25}P\frac{36}{25}$	$= 20\ 21\frac{1}{2}$	$20\ 20$
$:(11.25.\bar{36}.25)\frac{36}{25}P\frac{36}{25}$	$= 14\ 55\frac{1}{2}$	$14\ 58\frac{1}{2}$

Die Dichte des undurchsichtigen, frischen Berylles wurde mittelst der Thoulet'schen Methode = 2,684 **), jene des durchsichtigen nach derselben Methode = 2,687 bestimmt.

Die chemische Zerlegung der beiden Piseker Beryllvarietäten hat Herr Prof. F. Kovář im analytischen Laboratorium der böhmischen technischen Hochschule ausgeführt; für die undurchsichtige Beryllvarietät erhielt er die weiter unten angeführten Zahlen, der Edelberyll ergab bei der Analyse einen viel zu kleinen Gehalt an BeO, dafür aber eine grössere Menge Al_2O_3 als der gemeine Beryll. Aus den Zahlen, welche Prof. F. Kovář für den Edelberyll erhalten hat, wird durch Rechnung eine sehr complicirte Formel abgeleitet, die mit der üblichen Beryllformel nicht im Einklange steht. Da die Krystallform und die Dichte beider Varietäten vollkommen übereinstimmen, erscheint eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung ausgeschlossen. Aus den angeführten Gründen ist die Vermuthung begründet, dass bei der Fällung von Al_2O_3 ein Theil von BeO mitgefällt wurde. Herr Kovář hat die Bestimmung von ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$) sowie von BeO wiederholt, erhielt aber fast dieselben Zahlen, wie bei der ersten Bestimmung. Aus den angegebenen Gründen unterlasse ich es, das Resultat der Analyse des durchsichtigen Berylles anzuführen und will abwarten, bis ich eine hinreichende Menge tadellosen Materials zusammengebracht haben werde, um eine neue Analyse, wenn möglich nach einer anderen Methode als jene, die bei der ersten Analyse in Anwendung kam, ausführen zu lassen.

SiO_2	66,95
Al_2O_3	18,37
Fe_2O_3	1,41
BeO	12,29
CaO	0,56
MgO	1,12
	100,70

Diese Zahlen stimmen gut mit den Analysen anderer Berylle und verweisen auf die bekannte Beryllformel:

$$[SiO_3]_6Al_2Be_3$$

---

*) Gemessen am Abdruck.

**) Eine Probe von einem lichtgelben, etwas veränderten Krystalle ergab 2,674, ein gelblichbrauner, bröckliger Beryll 2,673.

welche erfordert:

SiO_2	67,00
Al_2O_3	19,00
BeO	14,00
	100,00

28. Bertrandit von Pisek.

Vor mehreren Jahren habe ich das reiche Bertrandit-Vorkommen aus dem grossen Feldspathbruche im Walde »u obrázku« bei Pisek beschrieben*). Der Bertrandit von dieser Fundstelle ist wohl in allen grösseren Mineraliensammlungen vorhanden. Als der Feldspath in dem erwähnten Bruche erschöpft war, wurde unweit ein neuer Bruch angeschlagen. Der Feldspath im erstgenannten Bruche war grobkörnig, weiss, gelblich, licht grau oder auch röthlich; im neueröffneten Bruche, der etwa nur 500 Schritte vom ersteren entfernt ist, bietet der Feldspath eine ganz verschiedene Ausbildung, er besteht aus grösseren und kleineren eckigen Fragmenten und linsenähnlichen Gebilden, die mit sehr feinschuppigem, gelblichem Glimmer verbunden sind. Den Glimmer vermag man nicht durch wiederholtes Waschen vollkommen entfernen, weshalb der Feldspath aus diesem Bruche für die Porzellanfabrikation ungeeignet ist und daher die Gewinnung desselben für erwähnten Zweck bald eingestellt wurde.

In dem Feldspath ist gewöhnlich verwitterter Turmalin reichlich eingewachsen, nie wurde aber an dieser Stelle Beryll, der im benachbarten Bruche so reichlich war, beobachtet.

Wie schon im vorangehenden Aufsatze bemerkt wurde, sind im Feldspath des neuen Bruches ausserordentlich zahlreiche, hexagonal säulenförmige Hohlräume vorhanden, die zum Theil mit kleinkrystallisirtem Albit ausgekleidet und häufig mit Aggregaten kleiner Kryställchen von Bertrandit und Gruppen von Apatitnadeln ausgefüllt sind; selten bildet der Apatit lange, deutlich hexagonale Säulchen, die mit der Endfläche geschlossen erscheinen. In vielen Hohlräumen sind die angeführten Mineralien mit einer zarten Haut von Eisenhydroxyd überdeckt. Die hexagonal umgrenzten, langgestreckten Hohlräume sind Negative ursprünglich eingewachsener Berylle, aus denen sich secundäre Mineralien, namentlich der Bertrandit, gebildet haben.

Die Ausbildung der Bertranditkryställchen, die, wie schon erwähnt, stets sehr klein sind, nur selten 1,5 mm Höhe und Breite erreichen oder gar überschreiten, ist viel mannigfaltiger, als sie am Bertrandit des ersten Bruches beobachtet wurde. Bald sind die Kryställchen dünne Täfelchen nach $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$, die an den Rändern wesentlich von $g\{301\}3\bar{P}\infty$ und

*) Diese Zeitschr. **15**, 194 u. 196.

$c\{001\}0P$ begrenzt erscheinen, bald weisen die Täfelchen eine rectanguläre Form auf, die von den drei Pinakoiden gebildet wird, zu denen häufig einerseits die Makrodiagonale $e\{011\}\bar{P}\infty$ hinzutritt, wodurch eine hemimorphe Ausbildung bedingt erscheint. Häufig sind die rectangulären Täfelchen nach der Brachyaxe langgestreckt und nehmen dann einen brachydiagonalsäulenförmigen Typus an.

Wenn auch die Ausbildung die Bertrandit-Individuen des neuen Fundpunktes gut kennzeichnet, so ist doch für dieselben die Zwillingsverwachsung ganz charakteristisch. Einfache Krystalle sind in diesem Bruche ziemlich selten, wogegen im ersten Bruche Zwillinge nicht sehr häufig beobachtet wurden. Die Zwillingsbildung entspricht zwar immer dem zuerst von Penfield am Bertrandit von Mt. Antero beobachteten*), von mir auch an dem ersten Piseker Bertranditvorkommen beschriebenen Gesetze**), weist aber eine mannigfaltige Ausbildung auf, die einestheils durch den Typus der Individuen, andererseits durch die Repetition der Zwillingsverwachsung bedingt erscheint. Bald sind nur zwei Individuen nach $e(011)\bar{P}\infty$ mit einander verzwillingt (Taf. IV, Fig. 1), bald sind dieselben zu Drillingen oder Vierlingen nach demselben Gesetze vereinigt (Fig. 2). Auch wurde ein späteres Fortwachsen der einzelnen, zu Zwillingsgruppen vereinten Individuen beobachtet; an Drillingen oder Vierlingen vom brachydiagonalsäulenförmigen Typus setzten sich an zwei verzwillingte Individuen nach dem Brachypinakoid tafelige Kryställchen zu ersteren parallel orientiert an (Taf. VI, Fig. 3).

Die Beschaffenheit der Krystallflächen des Bertrandit aus dem neuen Bruche ist für goniometrische Untersuchungen nicht besonders geeignet; Riefung, Krümmung, Unebenheit und Drusigkeit sind allen Flächen gemeinsam. Aus diesem Grunde sind die weiter angeführten Winkel nur approximative Mittelwerthe zahlreicher, oft bedeutend abweichender Beobachtungen; der Rechnung habe ich das Parameterverhältniss, das ich für das erste Bertranditvorkommen aus genaueren Messungen abgeleitet habe, zu Grunde gelegt***).

	Berechnet:	Gemessen:	Zahl der gemess. Kanten:
$b_1(010):(b_2)(010)$	$= 118°32\frac{1}{2}'$	$118°57'$	(16)
$: a\ (100)$	$= 90\ \ 0$	$89\ 59$	(12)
$: c_1\ (001)$	$= 90\ \ 0$	$89\ 58\frac{1}{2}$	(12)
$:(c_2)(001)$	$= 28\ 32\frac{3}{4}$	$28\ 44$	(6)
$(b_3)(010):(b_4)(010)$	$= 4\ 22$	$4\ 24\frac{1}{2}$	(4)

*) Amer. Journ. of Sc. etc. 1888, **36**, 53 und **40**, 491; diese Zeitschr. **15**, 334 u. **20**, 492.

) Diese Zeitschr. **15, 469.

***) $a:b:c = 0{,}7194:1:0{,}4206$. Diese Zeitschr. **15**, 197.

	Berechnet:	Gemessen:	Zahl der gemess. Kanten:
$(b_3)(010):c_1\ (001) =$	$32^\circ 54\frac{2}{3}'$	$32^\circ 22'$	(2)
$:(c_4)(001) =$	94 22	94 17	(2)
$c_1(001):(c_4)(001) =$	61 27	61 12	(2)
$g(301):a\ (100) =$	29 $40\frac{2}{3}$	30 6	(4)
$:c\ (001) =$	60 $19\frac{1}{3}$	60 11	(4)

29. Bertrandit von „Havírky“.

Im Herbste des verflossenen Jahres wurde unterhalb des »Havírky«-Berges »u ocasu« — etwa 4 km südöstlich von Pisek und $2\frac{1}{2}$ km südlich von der ursprünglichen Fundstelle des Bertrandits »u obrázku« — ein neuer Feldspathbruch angeschlagen. Der Pegmatit dieses neuen Bruches hat ein viel kleineres Korn als jener im ersten Bruche »u obrázku«. Herr Dr. A. Krejčí, dem ich so manchen Fund aus den Feldspathbrüchen der Umgebung von Pisek verdanke, hat mir auch von dieser Fundstelle einige interessante Proben mitgetheilt.

Im Pegmatit vom »Havírky«-Berge ist Turmalin, gewöhnlich schon etwas verwittert und häufig radialstenglig ausgebildet, sehr reichlich vorhanden, die Individuen weisen aber gleich jenen des Quarzes und Feldspathes bei weitem nicht eine solche Grösse auf, wie sie am Turmalin der Fundstelle »u obrázku« so gewöhnlich war; am häufigsten trifft man Säulen von bloss 1 cm Dicke an. Ganz charakteristisch für den Pegmatit ist grossblättriger Glimmer, der in spärlichen aber ansehnlichen Partien zwischen Quarz und Feldspath eingeklemmt erscheint. Berylle habe ich an den zahlreichen mir vorliegenden Stücken nur in geringer Menge angetroffen, dafür aber besonders im Quarz hexagonalsäulenförmige Hohlräume wahrgenommen, die häufig durch Quarzplatten in zwei oder mehrere Kammern der Quere nach getheilt sind und ihren Ursprung ausgelaugtem Beryll verdanken. In diesen pseudomorphen Hohlräumen gewahrt man sehr kleine, gewöhnlich gelblich gefärbte Bertranditkryställchen, die bald einzeln an den Wänden des Beryllnegativs angewachsen sind, bald kleine, zierliche Gruppen und Drusen bilden; Zwillinge nach $e\{041\}4\breve{P}\infty$, die im zweiten Feldspathbruche »u obrázku« so überaus reichlich vorkamen, sind an dieser Fundstätte eine Seltenheit. Ausser dem Bertrandit kommen in den Hohlräumen auch winzige Albitkryställchen, oft in paralleler Verwachsung, und spärlich einzelne Apatitkryställchen von tafeligem Typus vor. Herr Dr. A. Krejčí hat im Quarz ein braunes Hexaëder, offenbar eine Pseudomorphose von Eisenhydroxyd nach Pyrit, eingewachsen gefunden, die beim Herauslösen aus dem Quarz in eine Anzahl kleiner, halbdurchscheinender

Apatitsäulchen zerfiel, die in dem Eisenhydroxyd sehr reichlich eingesprengt waren *).

Der, wie schon erwähnt, sehr klein krystallisirte Bertrandit besitzt einen dünntafeligen Typus nach $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$; die Täfelchen sind entweder rectangulär oder rhombisch umrandet; im ersteren Falle sind ausser $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$ noch $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$ und $c\{001\}0P$ ausgebildet, während im zweiten, auf Taf. IV, Fig. 4 dargestellten Falle die rhombische Umgrenzung durch $g\{301\}3\bar{P}\infty$ bedingt erscheint. Untergeordnet treten in diesem Falle hinzu $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $c\{001\}0P$, $d\{043\}\frac{4}{3}\breve{P}\infty$ und $e\{041\}4\breve{P}\infty$; die beiden letzteren Formen sind in der Richtung der Brachyaxe grob gerieft und gehen häufig in eine einzige gewölbte Fläche über. Die Fläche $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$ ist stets uneben, höckerig, $g\{301\}3\bar{P}\infty$ horizontal fein gerieft.

Die geschilderte Flächenbeschaffenheit macht die Bertrandite vom »Havírky«-Berge für Messungen nicht sehr geeignet, daher die angeführten Winkel nur als approximativ bezeichnet werden können.

	Berechnet:	Gemessen:
$c(001):g(301)$ =	$60^{\circ}19\frac{1}{3}'$	$60^{\circ}30'$
$:d(043)$ =	29 17	29 12
$:e(041)$ =	59 $16\frac{1}{3}$	59 33
$:b(010)$ =	90 0	89 51
$g(301):a(100)$ =	29 $40\frac{2}{3}$	29 38
$:a'(\bar{1}00)$ =	150 $19\frac{1}{3}$	150 20

30. Bertrandit von Mlaky.

Auf dem östlichen Abhange des Mehelnik-Berges unweit von dem Maker Forsthause — etwa $7\frac{1}{2}$ km östlich von Pisek und 5 km südöstlich von dem Feldspathbruche »u obrázku« — wurde im Frühjahre 1890 ein Pegmatit aufgedeckt, der stellenweise als Schriftgranit ausgebildet war, stellenweise aber einen grobkörnigen Feldspath mit ziemlich gut ausgebildeten, eingewachsenen Quarzkrystallen geliefert hat. Nach den Proben, welche ich Herrn Dr. A. Krejčí verdanke, ist der Pegmatit vom Mehelnik-Berge sehr glimmerarm, reichlich finden sich aber in demselben stellenweise Turmalin in Form dünner, etwa höchstens federkieldicker Säulchen und licht graulichgelbe, bis 1 cm dicke Beryllsäulen eingewachsen. Nur an einem Handstücke beobachtete ich in einer kleinen, unregelmässig begrenzen Höhlung kleine Bertrandittäfelchen angewachsen; andere accessorische und secundäre Mineralien habe ich nicht wahrgenommen.

Die Flächenbeschaffenheit der Bertrandittäfelchen vom Mehelnik-Berge macht die Kryställchen zu Winkelbestimmungen ebenso ungeeignet,

*) Sitzungsber. d. königl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Classe 1894, Nr. XIV.

wie die Bertrandite von »Havirky«; die Flächen von $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$ sind zwar recht ausgedehnt, aber sehr uneben und reflectiren schlecht; die Flächen von $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $c\{001\}0P$, $d\{043\}\frac{4}{3}\breve{P}\infty$, $e\{041\}4\breve{P}\infty$ sind durchweg sehr schmal und die von denselben reflectirten Signalbilder sehr lichtschwach und in Folge der Riefung langgestreckt. Unter dem spärlichen Materiale, das mir zu Gebote stand, habe ich Zwillinge nicht beobachtet.

Die an einigen Kryställchen, von denen zwei auf Taf. IV, Fig. 5 und 6 gezeichnet sind, erhaltenen Neigungen der Flächennormalen sind hier mit den berechneten Winkeln verglichen.

	Berechnet:	Gemessen:
$b(010):d(043)$	$= 60^\circ 43'$	$60^\circ 37'$
$:e(041)$	$= 30\ 43\frac{3}{4}$	30 31
$:c(001)$	$= 90\ 0$	90 1
$:a(100)$	$= 90\ 0$	89 57
$c(001):d(043)$	$= 29\ 17$	29 25
$:e(041)$	$= 59\ 16\frac{1}{4}$	59 30
$:a(100)$	$= 90\ 0$	89 58

31. Bertrandit von Ober-Neusattel.

In der Nähe von Ober-Neusattel, etwa 4 km nordöstlich von Pisek und $1\frac{1}{2}$ km nördlich vom ersten Feldspathbruche »u obrázku«, wurde schon im Herbste 1877 Feldspath gewonnen, aber die Arbeit bald eingestellt und erst im Sommer 1892 wieder aufgenommen.

In dem unbedeutenden Bruche bei Ober-Neusattel ist der Pegmatit sehr grobkörnig, zum Theil sehr schön weiss oder nur schwach gelblich gefärbt, der Quarz ist lichtgrau. Nur stellenweise ist das Feldspathkorn kleiner, gleichzeitig erscheinen aber im Feldspath eisenhaltige Mineralien eingewachsen, durch deren Zersetzung der Feldspath stark eisenschüssig und zur Porzellanfabrikation ungeeignet wird. Nachdem der Ober-Neusattler Feldspathbruch wenig geeigneten Feldspath lieferte, wurde er schon nach einigen Monaten abermals ausser Betrieb gesetzt.

In den Ferienmonaten 1892 haben Herr Dr. A. Krejči und mein verstorbener Assistent Herr D. Vařečka den bei dem Bruche aufgeschichteten Feldspath und Quarz untersucht und eine ansehnliche Anzahl Stücke beider Mineralien gesammelt, von denen sich einige bei eingehender Besichtigung als sehr interessant erwiesen, nachdem namentlich in Höhlungen nach Beseitigung einer braunen, thonigen Masse einige seltene und gut krystallisirte, zum Theil für Böhmen neue Mineralien entdeckt wurden. Auch in paragenetischer Hinsicht erwies sich der Bruch bei Ober-Neusattel als sehr interessant, denn er weist fast genau dieselbe Mineralsuccession auf, wie sie S. L. Penfield am Mt. Antero in Colorado beobachtete*).

*) American Journ. of Science etc. **40**, 488; diese Zeitschr. **20**, 494.

Wie schon erwähnt wurde, ist sowohl der Feldspath als auch der Quarz des Pegmatits von Ober-Neusattel sehr grobkörnig; Glimmer habe ich überhaupt in demselben nicht beobachtet. Local ist dunkel braunschwarzer Turmalin ziemlich reich eingeschlossen, dessen Säulen, wie gewöhnlich, eine grobe Längsriefung aufweisen; an den Enden sind die Turmalinsäulen stets zerbrochen. Im gelb oder braun gefärbten, seltener im weissen Feldspath sind zahlreich in Pyrrhosiderit umgewandelte Pyritwürfel eingewachsen, an deren Flächen die bekannte Riefung sehr schön erhalten ist.

In einigen Stücken, die mir vorliegen, kommt theils schön grüner, frischer, halbdurchscheinender Beryll eingewachsen vor, in anderen erscheint das Mineral braun, bröckelig, verändert, die meisten Handstücke sind aber frei von Beryll; spärliche, hexagonal-säulenförmige Hohlräume im Feldspath und im Quarz stammen von ausgewitterten Beryllen her.

In unregelmässig umgrenzte Höhlungen ragt häufig ein Quarzkrystall oder die Ecke eines Feldspathkrystalles hinein, die gewöhnlich gleich der ganzen Höhlung mit kleinen farblosen oder weissen, zum Theil parallel verwachsenen Albitkryställchen überdrust ist. Spärlich treten kleine, kurzsäulenförmige, wasserklare Apatitkryställchen am Orthoklas oder Quarz, selten auch am Albit aufgewachsen, auf. Durch Messung habe ich an einem Apatitkryställchen von Ober-Neusattel die nachfolgende Combination bestimmt: $a\{10\bar{1}0\}\infty P$; $r\{10\bar{1}2\}\frac{1}{2}P$; $c\{0001\}0P$; $x\{10\bar{1}1\}P$; $y\{20\bar{2}1\}2P$; $s\{11\bar{2}1\}2P2$; $m\{21\bar{3}1\}3P\frac{3}{2}$; $n\{31\bar{4}1\}4P\frac{4}{3}$. Die hier angeführten Formen mit Ausnahme von $m\{21\bar{3}1\}3P\frac{3}{2}$ habe ich auch am Apatit aus dem Bruche »u obrázku« beobachtet*); die Form $m\{21\bar{3}1\}3P\frac{3}{2}$ bestimmte Herr Dr. A. Krejči an Apatiten aus dem Feldspatbruche von »Havírky« **).

Als Seltenheit habe ich in Hohlräumen des gelben und braunen Feldspathes einige sehr kleine, steile, tetragonale Pyramiden von schwarzer Farbe und intensivem Diamantglanz gefunden, die eine vollkommene Spaltbarkeit nach der Endfläche erkennen liessen und sich als das erste böhmische Anatasvorkommen erwiesen.

Den an einem Anataskryställchen durch Messung erhaltenen Winkeln der Flächennormalen sind hier die berechneten Werthe beigefügt.

	Berechnet:	Gemessen:
$p(111):p'(1\bar{1}1)$	$= 82^\circ\ 9'$	$82^\circ\ 5'$
$:\underline{p}\ (11\bar{1})$	$= 43\ 24$	$43\ 33$
$:c\ (001)$***)	$= 68\ 18$	$68\ 12\frac{1}{2}$

*) Diese Zeitschr. 15, 463.

**) Sitzungsber. d. königl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch., mathem.-naturw. Classe, 1894, Nr. XIV.

***) Spaltfläche.

Wie an anderen Orten der Umgebung von Pisek hat sich auch bei Ober-Neusattel durch Zersetzung des Berylls Bertrandit gebildet, aber neben diesem auch das wasserfreie Orthosilicat des Berylliums, der Phenakit; durch diesen Fund ist das seltene Mineral zum ersten Male in Böhmen nachgewiesen. Bertrandit und Phenakit sind nur an einigen wenigen Stücken von Feldspath und Quarz beobachtet worden; wahrscheinlich hat man zu spät, als schon die grösste Menge des gewonnenen Feldspathes verfrachtet worden war, mit der Durchmusterung des Feldspathes begonnen, oder es sind beide Mineralien, wie aus den Aussagen der im Bruche beschäftigten Arbeiter hervorzugehen scheint, nur spärlich vorgekommen.

Der Bertrandit von Ober-Neusattel unterscheidet sich nicht nur von den übrigen Bertranditvorkommen der Umgebung von Pisek, sondern auch von den französischen und amerikanischen durch die scharfe Ausbildung der Krystallform, namentlich aber durch die Grösse seiner Individuen. Der grösste Krystall, den Herr Prof. Wilhelm Vařečka in Pisek der mineralogischen Sammlung des Museums des Königreiches Böhmen in Prag widmete, ist eine fast 15 mm hohe, 8 mm breite und 2 mm dicke in einem pseudomorphen Hohlraume nach Beryll auf Feldspath aufgewachsene Tafel. Andere mit einander verwachsene und zu Drusen vereinte Krystalle sind noch grösser. Von Herrn Dr. A. Krejčí hat das Museum eine Bertranditgruppe erworben, die 18 mm Höhe, 11 mm Breite und 10 mm Dicke aufweist. Hiernach wird, wie aus der Beschreibung von Lacroix hervorgeht*), der Bertrandit von Ober-Neusattel an Grösse nur von dem Bertrandit von La Villeder in Morbihan in Frankreich, der ursprünglich für Phenakit gehalten wurde und in der bekannten Sammlung des Grafen von Limur aufbewahrt wird, übertroffen.

Der Bertrandit von Ober-Neusattel ist in Feldspathhohlräumen gewöhnlich auf Albitdrusen aufgewachsen, ist somit jünger als diese. Auf einigen Stücken ist der Bertrandit so mit dem Albit verwachsen, dass man dafür halten muss, dass die Bildung beider Mineralien zum Theil gleichzeitig vor sich ging; an einigen Bertranditttafeln sitzen winzige, unvollkommene Kryställchen, die dem Orthoklas anzugehören scheinen. In den Höhlungen im Quarz ist der Bertrandit nicht mit Albit vergesellschaftet; dünne Spalten im Quarz füllt der Bertrandit vollkommen aus und bildet dünne Platten von blättrig-körniger Zusammensetzung, auch erscheint der Bertrandit als Anflug auf feinen Klüften im Quarz. Es ist interessant, dass in einem und demselben Hohlraume Bertrandit und Phenakit nebeneinander nicht beobachtet wurden, obschon in zwei Fällen an einem Stücke Feldspath in einer

---

*) Bull. d. l. soc. fr. min. **12**, 514 und Lacroix, Minéralogie d. l. France 1898, **1**, 118.

Höhlung Bertrandit, in einer zweiten, benachbarten, Phenakit angetroffen wurde.

Aehnlich wie die Bertrandite aus dem zweiten Feldspathbruche »u obrázku« sind auch die Krystalle von Ober-Neusattel sehr häufig Zwillinge nach $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$ tafeliger Krystalle nach dem schon mehrfach citirten Gesetze; die Form und die Ausbildung der Zwillinge ist auf Taf. IV, Fig. 7 bis 9 veranschaulicht. Entweder sind beide Individuen in der Zwillingsebene $e\{011\}\breve{P}\infty$ mit einander verwachsen, wobei die Flächen $b(010)\infty\breve{P}\infty$ eine scharfe Kante bilden (Taf. IV, Fig. 7), oder es ist diese Kante ersetzt von einer einspringenden, von den Flächen $c\{001\}0P$ gebildeten Zwillingsfurche (Taf. IV, Fig. 8). Recht häufig gewahrt man eine vollkommen ausgebildete Tafel, in die ein zweites Individuum in Zwillingsstellung eingekeilt ist (Taf. IV, Fig. 9); die Flächen $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$ fallen stets in eine Ebene.

Am Bertrandit von Ober-Neusattel habe ich folgende Formen nachgewiesen: $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$, $g\{301\}3\bar{P}\infty$, $c\{001\}0P$, $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$. Die Flächen $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$ und $g\{301\}3\bar{P}\infty$ sind stets horizontal gerieft; $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$ ist etwas uneben und perlmutterglänzend; $c\{001\}0P$ ist vollkommen eben, glasglänzend, im Falle aber diese Fläche eine Spaltfläche ist, und dies ist häufig der Fall, weist sie einen schwachen Perlmutterglanz auf.

Wiewohl die Reflexe der recht ausgedehnten Flächen keineswegs vorzüglich sind, nachdem, wie oben erwähnt, die Flächenbeschaffenheit keine tadellose ist, gestatten sie doch befriedigende Messungen, wie aus dem Vergleiche der gemessenen und berechneten Winkelwerthe ersichtlich ist.

		Berechnet:	Gemessen:
$c(001)$:	$b(010)$ =	$90^\circ\ 0'$	$89^\circ 59'$
	: $g(301)$ =	29 $40\frac{2}{3}$	29 43
	: $(c)(001)$ =	61 $27\frac{1}{3}$	61 $29\frac{1}{2}$
$b(010)$:	$g(301)$ =	90 0	89 $58\frac{2}{3}$
	: $a(100)$ =	90 0	89 $59\frac{1}{3}$
	: $(b)(010)$ =	118 32	118 28
$g(301)$:	$(g)(301)$ =	29 $18\frac{1}{2}$	29 $22\frac{1}{3}$

32. Phenakit von Ober-Neusattel.

Wie schon im vorangehenden Aufsatze erwähnt, habe ich im Feldspath und Quarz von Ober-Neusattel einige mit Phenakit und Albit ausgekleidete Hohlräume gefunden. Phenakit und Albit sind gleichzeitig krystallisirt, wie die Verwachsung beider Mineralien darthut; häufig gesellt sich zu beiden erwähnten Mineralien noch Quarz, letzterer ist aber stets älter. Einige kleinere Höhlungen sowie die Apophysen der grösseren Hohl-

räume sind ganz von Phenakit ausgefüllt und weist derselbe in diesem Falle eine körnige Zusammensetzung auf.

Der Typus der Phenakitkrystalle ist kurzsäulenförmig, wie Taf. III, Fig. 4 veranschaulicht, nur einige Krystalle weisen schlanke Säulchen auf. Im Allgemeinen stimmt die Ausbildung der Phenakite von Ober-Neusattel mit jener des Phenakit von Reckingen in der Schweiz, den Websky*) und Seligmann**) beschrieben haben und mit dem Phenakit von Mt. Antero in Colorado, über den S. L. Penfield***) berichtet hat. An Grösse übertrifft der böhmische Phenakit die Krystalle aus der Schweiz, aber erreicht nicht die Dimensionen der grösseren Phenakite von Mt. Antero. Das grösste Säulchen, das mir vorliegt, ist $8\frac{1}{2}$ mm hoch und $5\frac{3}{4}$ mm dick, ein zweites 13 mm hoch, aber nur 3 mm dick.

An den Phenakiten von Ober-Neusattel habe ich goniometrisch nachfolgende, durchwegs schon an Phenakiten anderer Fundorte beobachtete Formen bestimmt: $g\{10\bar{1}0\}\infty P$, $a\{11\bar{2}0\}\infty P2$, $d\{10\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $R\{01\bar{1}1\}R$, $p\{11\bar{2}3\}{}^{r\,l}_{l\,r}\frac{2}{3}P2$, $x\{21\bar{3}2\}{}^{r}_{l}-\frac{1}{2}R3$, $s\{\bar{1}3\bar{2}1\}{}^{r}_{l}R3$, $\lambda\{\bar{1}4\bar{3}2\}{}^{r}_{l}R2$.

Die Flächen der Prismenzone sind vertical gerieft; am Prisma der zweiten Ordnung, dessen Flächen gewöhnlich etwas vorherrschen, pflegt die Riefung gröber zu sein als am untergeordneten Prisma der Grundreihe. Die Rhomboëder $d\{10\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ und $R\{10\bar{1}1\}R$ bieten gewöhnlich ansehnlich ausgedehnte Flächen, die vollkommen eben sind, intensiv glänzen und vortrefflich reflectiren; das Rhomboëder dritter Ordnung $x\{21\bar{3}2\}{}^{r}_{l}-\frac{1}{2}R3$ ist an einigen Krystallen recht gross, an anderen nur klein ausgebildet, die Flächen dieser Form sind aber immer, wie schon Websky an Schweizer Krystallen beobachtete, fein höckerig; trotzdem sind aber die Reflexe derselben ziemlich verlässlich. Die Form $s\{\bar{1}3\bar{2}1\}{}^{r}_{l}R3$ ist nach der Combinationskante mit $a(11\bar{2}0)$, die Form $p\{11\bar{2}3\}\frac{2}{3}P2$, die einmal als rechts-linkes, das anderemal als links-rechtes Rhomboëder der zweiten Ordnung ausgebildet ist, nach der Combinationskante mit $d\{10\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ fein gerieft. Die Form $\lambda\{\bar{1}4\bar{3}2\}{}^{r}_{l}R2$ wurde nur an einem Krystall als schmale Fläche beobachtet. Die Reflexe selbst der kleinsten Flächen sind, wenn auch etwas lichtschwach, doch immer deutlich, wie aus dem Vergleiche der weiter angeführten beobachteten und berechneten Neigungswerthe der Flächennormalen ersichtlich ist.

Ausser einfachen Krystallen habe ich am Phenakit von Ober-Neusattel zwei Penetrationszwillinge mit parallelen Axensystemen wahrgenommen.

Die beobachteten Winkel stimmen fast absolut mit den von N. von

---

*) Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. Berlin 1881, 1007.

**) Sitzungsber. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. Bonn 1885, S. 168.

***) American Journ. of Science etc. 1888, **36**, 320; **40**, 491; diese Zeitschr. **17**, 406 und **20**, 492.

Kokscharow für Phenakit aus dem Ilméngebirge am Ural angegebenen Werthen. Aus vollkommen übereinstimmenden Neigungen

$$d(10\bar{1}2):d'(\bar{1}102) = 35^\circ 58'$$

habe ich den Werth der Verticale

$$c = 0{,}660905,$$

Kokscharow aus dem Winkel

$$R(01\bar{1}1):R'(\bar{1}011) = 63^\circ 24'$$

dasselbe Element

$$c = 0{,}661065^{*})$$

berechnet.

Websky giebt für den Schweizer Phenakit diesen Werth etwas grösser an, nämlich

$$c = 0{,}661958^{**}),$$

was wohl in der minder guten Flächenbeschaffenheit des letztgenannten Vorkommens begründet sein mag.

In der folgenden Uebersicht habe ich die, aus dem von mir für den Phenakit von Ober-Neusattel ermittelten Werth der Verticale und dem entsprechenden Symbol berechneten Winkel mit den beobachteten Werthen zusammengestellt, deren Uebereinstimmung sehr befriedigend ist. Zur leichteren Orientirung habe ich auf Taf. III, Fig. 3 eine Projection der am Phenakit von Ober-Neusattel beobachteten Formen beigefügt.

	Berechnet:	Beobachtet:	Zahl der gemess. Kanten:
$d(10\bar{1}2):d'(\bar{1}102) =$	—	*35° 58′	(6)
$:g(10\bar{1}0) =$	69° 6′ 52″	69 8	(4)
$:p(11\bar{2}3) =$	11 37 50	11 37½	(9)
$:a(11\bar{2}0) =$	72 1 0	71 55	(1)
$p(11\bar{2}3):a'(\bar{1}2\bar{1}0) =$	78 22 10	78 23	(15)
$R(01\bar{1}1):{}'R(1\bar{1}01) =$	63 23 20	63 23	(27)
$:d(10\bar{1}2) =$	31 41 40	31 42	(12)
$:p(11\bar{2}3) =$	20 3 50	20 5	(7)
$:g'(01\bar{1}0) =$	52 38 4	52 35	(4)
$:g(10\bar{1}0) =$	72 20 6	72 22	(4)
$:\lambda(\bar{1}4\bar{3}2) =$	19 18 26	19 24	(1)
$:s(\bar{1}3\bar{2}1) =$	29 56 39	29 57	(6)
$:x(21\bar{3}2) =$	27 43 33	27 44	(9)
$a'(\bar{1}2\bar{1}0):s(\bar{1}3\bar{2}1) =$	28 21 41	28 22½	(6)

*) Materialien zur Min. Russlands **2**, 308.

**) Sitzungsber. d. k. Akad. Berlin, physik.-math. Cl. 1881, S. 1016.

	Berechnet:	Beobachtet:	Zahl der gemess. Kanten:
$a'(\bar{1}2\bar{1}0):\lambda(\bar{1}4\bar{3}2)$ =	38° 59′ 54″	38° 52′	(1)
$x(21\bar{3}2):'a(2\bar{1}\bar{1}0)$ =	62 16 27	62 15	(6)
$:a(11\bar{2}0)$ =	45 44 36	45 49	(4)
$:g'(01\bar{1}0)$ =	57 30 19	57 36	(1)
$:'R(1\bar{1}01)$ =	50 9 35	50 9	(10)
$:d(10\bar{1}2)$ =	26 16 24	26 18	(2)
$:\overline{x}(\bar{3}212)$ =	75 58 4	75 $58\frac{2}{3}$.	(7)
$:'\underline{x}(3\bar{2}\bar{1}\bar{2})$ =	104 1 56	104 2	(7)
$a(11\bar{2}0):g(10\bar{1}0)$ =	30 0 0	30 $0\frac{1}{6}$	(24)
$d(10\bar{1}2):(d)(10\bar{1}2)$ =	41 46 16	41 52	(3)
$:(R)(01\bar{1}1)$ =	16 28 48	16 19	(1)
$R(01\bar{1}1):(R)(01\bar{1}1)$ =	35 23 58	35 33	(1)

Auf Taf. III, Fig. 4—8 sind einige der untersuchten Krystalle theils perspectivisch, theils auf die Basis projicirt entworfen. Die gewöhnliche Ausbildungsweise ist in Fig. 4 dargestellt; beide Prismen sind fast im Gleichgewichte ausgebildet, ebenso bieten $R\{01\bar{1}1\}R$ und $d\{10\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ fast die gleiche Ausdehnung. Das Rhomboëder der dritten Ordnung $x\{21\bar{3}2\}\frac{r}{l}-\frac{1}{2}R3$ ist als kleine Fläche, das Rhomboëder zweiter Ordnung $p\{11\bar{2}3\}\frac{r}{l}\frac{2}{3}P2$ als schmale Facette an der Combinationskante $[dR]$ entwickelt. An den Krystallen, welche in Horizontalprojection dargestellt sind, ist einmal $d\{10\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ — Taf. III, Fig. 5 —, das anderemal $x\{21\bar{3}2\}\frac{r}{l}-\frac{1}{2}R3$ — Fig. 6 — grösser ausgebildet. Der in Fig. 7 perspectivisch gezeichnete Penetrationszwilling hatte keine tetartoëdrischen Formen entwickelt; der zweite, horizontal projicirte Zwilling — Fig. 8 —, hat die Zone $[da]$ reich ausgebildet, aber die Flächen von $x\{21\bar{3}2\}\frac{r}{l}-R3$ sind auffallend gewölbt, so zwar, dass deren Neigung nicht gemessen werden konnte.

Aus einem vollkommen durchsichtigen Krystall habe ich parallel $c\{0001\}0R$ eine Platte hergestellt, welche im convergenten polarisirten Lichte ein normales Axenbild einaxiger Krystalle ergab; der Charakter der Doppelbrechung ist, übereinstimmend mit den Phenakiten anderer Fundorte, positiv.

Die Dichte des Phenakit von Ober-Neusattel habe ich mit Thoulet'scher Lösung bestimmt; ein vollkommen farbloser Krystall ergab $D = 2{,}954$, ein gelber durchscheinender Phenakit $D = 2{,}963$, Zahlen, die unbedeutend niedriger sind als die Angaben in der Literatur*).

Die chemische Zerlegung hat freundlichst Herr Prof. K. Preis übernommen und gefunden:

*) v. Kokscharow giebt an $D = 2{,}96-3{,}00$. Materialien z. Miner. Russlands 2 309; Websky $D = 2{,}966$. Sitzungsber. d. k. Akad. Berlin, phys.-math. Cl. 1881, S. 1008.

		O
SiO_2	54,27	28,91
BeO	45,17	28,79
H_2O	0,53	—
	99,97	

Diese Zahlen verweisen auf die bekannte Formel

$$SiO_4Be_2,$$

welche erfordert:

SiO_2	54,47
BeO	45,53
	100,00

VI. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. R. Pöhlmann (in Santiago, Chile): **Notizen über Sundtit von Oruro in Bolivia.** — Unter dem Namen Sundtit führte W. C. Brögger*) das Silbereisensulfantimonat $(Ag_2Cu_2, Fe)Sb_2S_6$ von Oruro als neues rhombisches Mineral in die Wissenschaft ein. Genaue Angaben über das Vorkommen dieses Silbererzes konnten damals nicht gemacht werden, da dem Autor nur wenig Material vorlag, auch nicht bekannt war, von welcher Grube in Oruro die betreffenden Stufen stammten.

Vor Kurzem bot sich mir die Gelegenheit, eine Anzahl verschiedenartiger Muster dieses Minerals, welche ein früher in Oruro angestellter chilenischer Bergingenieur neben anderen Mineralien gesammelt hatte, einzusehen und gleichzeitig Erörterungen über das Vorkommen des Sundtit**) anzustellen. Was über das Mineral in Erfahrung gebracht werden konnte, folgt nachstehend; vielleicht dürften einige der Notizen allgemeineres Interesse besitzen und damit die Wiedergabe im Drucke gerechtfertigt erscheinen.

In den verschiedenen Gruben von Oruro kommen hauptsächlich zwei krystallisirte Silberantimonsulfide vor: das eine ist ein dunkles Fahlerz, welches die dortigen Bergleute »cochizo« nennen, und das in den letzten Jahren z. B. aus dem Socavon de la Virgen (Jungfraunstollen) in schönen Exemplaren zu Tage gefördert wurde; das andere bildet vorwiegend in einer Richtung gestreckte Krystalle und wird deshalb als »cañutillo« oder »canutillo« (beides = Röhrchen) bezeichnet***). Den grössten Theil des letztgenannten Erzes bildet der Sundtit, und als Fundpunkt desselben muss die Mine Itos, welche der gleichnamigen Bergbaugesellschaft angehört, genannt werden. In dieser Itos-Grube sollen vor 10 Jahren die krystallisirten Antimonsilbererze (Sundtit) in grosser Menge gefunden worden sein, während sie heutigen Tages verhältnissmässig nur noch spärlich vorkommen.

In den mir vorliegenden Stufen zeigt der Sundtit ziemlich verschiedene Ausbildungsweise. Die schönsten Stücke setzen sich aus Aggregaten kleiner glänzender Krystalle zusammen, welche zwischen sich kleinere und grössere Hohlräume lassen; besonders in den letzteren trifft man formell gut ausgebildete Kryställchen an. — Eine andere Stufe besteht aus kurzen dicken, innig verwachsenen Krystallen, bei denen — wie es scheint — die Verbindungsflächen der Zone der

---

*) Diese Zeitschr. 1893, **21**, 193 ff.

**) Herr Sundt hat diese Stufen ebenfalls in Augenschein genommen und sie für identisch mit der von ihm nach Christiania gebrachten Mineralspecies erklärt.

***) Für das derbe, nicht in Krystallen auftretende Silbererz wird schlechthin die Bezeichnung »cochizo« gebraucht.

Verticalaxe angehören. An der freien Endigung der Krystalle treten nur wenige Flächen auf, welche selten den für Sundtit charakteristischen Glanz besitzen, da sie grösstentheils mit einer dünnen Schicht eines grauschwarzen Pulvers (wohl Antimonsulfid) überzogen sind. Auch einzelne Krystalle dieser Art kommen vor. — In einer dritten Ausbildungsform zeigt der Sundtit Aggregate stengliger Krystalle mit stark ausgebildeter Längsstreifung. Sie sind mit einem gelblichen Pulver (Antimonoxyd) gleichsam bestäubt und ausserdem von feinsten Nadeln von Jamesonit*) an manchen Stellen durchwachsen; letzterer erfüllt auch als eine spinnwebenartige Masse die meisten Hohlräume dieser Mineralstufen.

Ueber die die Silberantimonsulfide begleitenden Mineralien ist Folgendes zu sagen. Die in einem porphyrischen Massengesteine aufsetzenden Silbererzgänge von Oruro lassen sich ihrer Zusammensetzung nach in zwei Gruppen theilen: für die eine ist das Vorkommen von Quarz und Zinnstein charakteristisch und ausserdem finden sich Schwefelkies, Jamesonit, selten Bleiglanz; das Silberantimonsulfid ist entweder vorwiegend Fahlerz (Socavon de la Virgen), oder hauptsächlich Sundtit (Mine Itos)**); die andere wird durch Zinkblende und Schwerspath charakterisirt, der Träger des Silbers ist Fahlerz, ferner treten Bleiglanz und Schwefelkies auf (Mine Tetilla).

2. A. W. Stelzner (in Freiberg i. S.): **Bemerkungen über Zinckenite von Oruro in Bolivia.** — Als ich von Herrn Dr. Pöhlmann die vorstehenden Notizen erhielt, um für ihre Veröffentlichung Sorge zu tragen, wurde ich durch dieselben an ein silberreiches Erzstück erinnert, welches Herrn Ingenieur A. Webner, ein ehemaliger Beamter der Grube Itos, im Jahre 1889, gelegentlich seines Aufenthaltes in Freiberg, unserer bergakademischen Lagerstättensammlung schenkte, denn jenes Stück trägt äusserlich einen ganz ähnlichen Charakter zur Schau, wie die von Pöhlmann beschriebene »dritte Ausbildungsform« des Sundtites.

Da es trotzdem kein Sundtit ist, so scheint mir Folgendes bemerkenswerth zu sein.

Das Freiberger, etwa 30 cm lange, 20 cm breite und 5 cm starke Gangstück besteht im Wesentlichen aus zwei Erzen, die vorläufig mit *a* und *b* bezeichnet werden mögen.

Das Erz *a* herrscht bei weitem vor; es bildet mit seinen unvollkommen entwickelten, nach allen Richtungen hin gelagerten und fest mit einander verwachsenen Individuen eine klein- bis grosskrystalline Masse von zelliger oder drusiger Beschaffenheit. Nur auf der einen Breitseite des vorliegenden Stückes, welche offenbar die Wandfläche eines grösseren Drusenraumes war, hat sich *a* in 2 bis 3 cm grossen Krystallen frei entwickeln können, aber leider besitzen diese Krystalle so rauhe, parallel gestreifte und überdies absätzige Flächen und so stark gerundete Kanten, dass irgend welche nähere Bestimmung derselben nicht möglich ist.

Ich vermag daher nur noch anzugeben, dass *a* eine deutliche Spaltbarkeit nicht wahrnehmen lässt, dass es muscheligen und unebenen Bruch hat und auf seinen Bruchflächen starken Metallglanz besitzt. Die Härte ist wenig über 3, die Farbe dunkelstahlgrau, der Strich grauschwarz.

Das zweite licht-stahlgraue Mineral *b* zeigt nadel- oder haarförmige Gestalten. Zunächst gewahrt man es in den zahlreichen winkligen Hohlräumen, welche

*) Oder Zinckenit (?). S. die folgende Mittheilung. Die Red.

**) Mit der Zunahme des Zinngehaltes pflegt auch die Silberführung zu steigen.

durch die Aggregationsweise von *a* gebildet worden sind, bald in nadelförmigen Krystallen, die bis 2,5 cm lang und bis 0,5 mm stark werden können, bald in filzartigen, aus feinsten Härchen bestehenden Massen. Die stärkeren Nadeln sieht man des Oefteren in das ihnen benachbarte derbe Erz *a* eindringen. Terminale Elächen sind nicht zu beobachten.

Wenn man von dem Erze *a* Stücken abbricht, so zeigt sich weiterhin, dass auch die scheinbar homogene, derbe Masse desselben hier und da kleine Spalten oder rundliche Hohlräume umschliesst und dass diese letzteren wiederum mit feinsten, an Federerz erinnernden Aggregaten von *b* erfüllt sind; oder man entdeckt jetzt, dass *a* an einzelnen Stellen und in solcher Weise von Fäserchen und Härchen des Erzes *b* durchwachsen ist, dass diese letzteren nun büschelförmig aus der frischen Bruchfläche hervorragen.

Endlich ist noch rücksichtlich des an unserem Stücke mit blossen Augen Wahrnehmbaren anzumerken, dass sich in den von *a* gebildeten Hohlräumen hier und da auch kleine, halbkugel- oder nierenfömige Gruppen von Eisenkieskryställchen angesiedelt haben und dass Gangarten lediglich durch ganz vereinzelt eingewachsene Quarzkörnchen vertreten sind.

Unter solchen Umständen war eine Bestimmung der Erze *a* und *b* auf Grund ihrer äusseren Erscheinungsweise nicht ausführbar; um dennoch zu einer solchen zu gelangen, blieb also nur noch der chemische Weg übrig, dessen Betreten freilich bei dem häufigen Durchwachsensein von *a* durch *b* und bei der Ungewissheit darüber, ob die hier unter *b* zusammengefassten stärkeren Nädelchen und feineren Härchen einer und derselben Mineralspecies angehören, nur annäherungsweisen Erfolg erhoffen lassen konnte.

Dennoch war Herr Dr. P. J. Mann, damals (1889) Docent für analytische Chemie an der Bergakademie, auf meine Bitte hin so freundlich, drei Analysen auszuführen.

Das von ihm untersuchte Material bestand

I. aus dem vorliegenden Gemenge von *a* und *b*;

II. aus kleinen, nur wenige Millimeter im Durchmesser haltenden Bröckchen von *a*, die homogener Beschaffenheit zu sein schienen und zum wenigsten unter der Lupe keine eingewachsenen oder anhaftenden Nädelchen und Härchen von *b* erkennen liessen und

III. aus stärkeren Nädelchen von *b*.

Diese drei Analysen ergaben die nachstehend verzeichneten Werthe, denen ich des Vergleiches wegen unter

IV. die Thesen'sche Analyse des Sundtites beifüge*).

	I.	II.	III.	IV.
Pb	21,07	24,30	33,04	—
Cu	1,35	0,65	0,19	1,49
Ag	9,07	10,25	0,57	11,81
Fe	2,55	0,53	3,47	6,58
Sb	41,09	40,86	40,72	45,03
S	24,53	23,10	22,54	35,89
	99,66	99,69	100,53	100,80

Der procentalen Zusammensetzung von *a* (II) und *b* (III) entsprechen daher folgende Atomverhältnisse:

*) W. C. Brögger, diese Zeitschr. **21**, 197.

	a (II).		b (III).	
Pb	0,117	0,178	0,159	0,224
Cu_2	0,005		0,001	
Ag_2	0,047		0,002	
Fe	0,009		0,062	
Sb	0,340		0,339	
S	0,722		0,704	

oder, wenn man Cu_2, Ag_2 und *Fe* als isomorphe Vertreter von *Pb* ansieht:

$$\text{für } a(\text{II}) \quad 1R : 1{,}90Sb : 4{,}06S,$$
$$\text{für } b(\text{III}) \quad 1R : 1{,}51Sb : 3{,}14S.$$

Das Mineral *a* würde also ein silberhaltiger Zinckenit sein und seine Zusammensetzung würde sich durch die specielle Formel

$$2{,}5(PbS.Sb_2S_3) + (Ag_2S.Sb_2S_3)$$

ausdrücken lassen, deren Berechnung in recht guter Uebereinstimmung mit den gefundenen Werthen ergiebt

Pb	25,58
Ag	10,69
Sb	41,56
S	22,17
	100,00

Zu der Analyse *b* (III) ist allem Anschein nach unreines Material verwendet worden, denn sie führt zu einem wenig befriedigenden Atomverhältniss. Immerhin ist ersichtlich, dass das Mineral *b* ebenfalls dem Zinckenit zuzurechnen, jedoch silberfrei oder sehr arm an Silber ist.

Sollte man den Zinckenit *a* von Itos, der mit seinem hohen Silbergehalt ganz vereinzelt dasteht, besonders benennen wollen, so erlaube ich mir für ihn den Namen Webnerit in Vorschlag zu bringen.

Ich habe bisher eine Berichterstattung über diesen Webnerit unterlassen, weil es mir wünschenswerth erschien, jene auch auf besser entwickelte Krystalle dieses Minerales, die ich von meinen Freunden in Bolivia zu erhalten hoffte, zu gründen. Wenn ich heute, obwohl meine Hoffnung noch nicht in Erfüllung gegangen ist, meine Zurückhaltung aufgebe, so geschieht dies nicht nur, um darauf aufmerksam zu machen, dass das von Pöhlmann als »dritte Ausbildungsform« des Sundtites erwähnte Mineral möglicherweise ebenfalls Webnerit ist, sondern namentlich auch um zu einer möglichst sorgfältigen Untersuchung der allem Anscheine nach sehr verschiedenartigen und hochinteressanten Erze der Grube Itos anzuregen. Zunächst scheint es mir wünschenswerth zu sein, dass die nadel- und haarförmigen Kryställchen, welche nach Brögger und Pöhlmann den Sundtit begleiten und nach den Genannten Antimonglanz und Jamesonit sein sollen, einmal darauf hin geprüft werden, ob sie nicht, wie ich fast glauben möchte, Zinckenit sind?

8. J. W. Retgers (im Haag): **Ueber Kaliumnatriumchlorat.** — Zwischen Kalium- und Natriumsalzen existirt bekanntlich ein deutlicher chemischer Contrast, welcher einerseits die Annahme der Isomorphie zwischen beiden unmöglich

macht*), andererseits oft Veranlassung giebt zur Bildung von Doppelsalzen, wie sie jetzt z. B. beim Sulfat, Carbonat, Phosphat, Tartrat etc. bekannt sind.

Diese deutlich ausgesprochene Neigung zur Bildung chemischer Verbindungen lässt die Vermuthung aufkommen, ob nicht mehrere derartige *K-Na*-Doppelsalze existiren, welche vielleicht bis jetzt deshalb übersehen worden sind, weil sie in wässeriger Lösung nicht bestehen können, indem das Wasser sie zersetzt.

Die beste Art und Weise zur Constatirung derartiger Doppelsalze ist oft das Zusammenschmelzen der beiden einfachen Salze und der Vergleich dieser Schmelze mit der der einfachen Salze in Bezug auf den Schmelzpunkt, die optischen Eigenschaften und den krystallographischen Habitus. — Wird hierbei eine deutliche Abweichung von der Additivität der Eigenschaften beobachtet, so kann man mit genügender Sicherheit die Existenz eines Doppelsalzes annehmen**).

Erhitzt man auf einem Objectglas nebeneinander reines $NaClO_3$, reines $KClO_3$ und eine Mischung gleicher Moleküle beider Chlorate, so sieht man deutlich, wie letzteres viel eher schmilzt als die beiden ersteren. — Besonders deutlich zeigt sich dies beim Abkühlen, wenn erst alle drei geschmolzen sind. Während die beiden reinen Salze schon längst erstarrt sind, bleibt die Mischung noch lange flüssig wie Wasser***).

Das $KClO_3$ schmilzt nach Carnelley bei 359° C.; von $NaClO_3$ fand ich den Schmelzpunkt nicht angegeben. Ich bestimmte ihn zu 248° C. Die Mischung gleicher Moleküle $NaClO_3$ und $KClO_3$ schmilzt schon bei 231° C., also viel niedriger als die beiden reinen Chlorate.

Diese sehr auffallende Schmelzpunktserniedrigung weist nach meiner Ansicht sicher auf eine chemische Verbindung mit von den Componenten abweichenden Eigenschaften, also auf ein Kalium-Natriumchlorat hin. — Noch deutlicher wird dies durch die Betrachtung der erstarrten Schmelze. Während das $NaClO_3$ als eine glasige mit Sprüngen durchzogene isotrope Masse erstarrt und das $KClO_3$ ein schuppiges, doppelbrechendes Aggregat bildet, erstarrt das Doppelsalz als ein lamellares Aggregat, welches aus schmalen länglichen Tafeln oder aus flachen Nadeln besteht, welche zwischen gekreuzten Nicols Doppelbrechung zeigen†). Auch trübt die Schmelze des Doppelsalzes sich bald einigermassen,

---

*) Die bisweilen noch angeführte Isomorphie zwischen *KCl* und *NaCl* wird durch die plagiëdrische Hemiëdrie des ersteren Salzes und diejenige zwischen dem labilen rhomboëdrischen KNO_3 und dem stabilen $NaNO_3$ durch den Mangel an Mischfähigkeit beider Nitrate genügend widerlegt, wie ich früher (diese Zeitschr 1894, **28**, 267) angab.

) Besonders die Schmelzpunktserniedrigung ist, wenn sie ansehnlich ist, oft das sicherste Merkmal der chemischen Verbindung. Schon beim Kalium-Natriumsulfat wies ich dies früher (Zeitschr. f. physik. Chemie **6, 223) nach. Beim *K-Na*-Carbonat hat diese Schmelzpunktserniedrigung sogar einen praktischen Nutzen, weil hier das Doppelsalz zur Aufschliessung von Silicaten benutzt wird, während die einfachen Carbonate erst bei viel höheren Hitzegraden schmelzen und deshalb weniger zu dem Zwecke geeignet sind.

***) Auch auf folgende Weise lässt sich dies sehr überzeugend nachweisen. Bringt man an einer Stelle am Rande eines grossen Tropfens erstarrten $NaClO_3$ ein wenig $KClO_3$, und schmilzt man wiederum alles ein, so sieht man beim Erstarren, dass gerade jene Stelle längere Zeit flüssig bleibt, wenn der Rest schon erstarrt ist. Dasselbe Experiment lässt sich mit $KClO_3$ und ein wenig $NaClO_3$ wiederholen.

†) Diese Doppelbrechung ist jedoch nur verhältnissmässig schwach (ungefähr wie die des $KClO_3$). Die bald gerade, bald schiefe Auslöschung mit Bezug auf die Längsrichtung der Fasern macht die Zugehörigkeit zum monoklinen Systeme wahrscheinlich.

indem die hellen Partien zahlreiche undurchsichtige Pünktchen erhalten*), während die beiden einfachen Chlorate klar bleiben.

Ich meine nach Obigem wohl sicher ein Doppelsalz annehmen zu können. Obwohl sich leider keine gut ausgebildeten Krystalle desselben zur Analyse isoliren lassen, so glaube ich doch wohl, dass die Thatsache, dass die aus gleichen Molekülen dargestellte Mischung vollständig als lamellares Aggregat erstarrt, zu der Annahme berechtigt, dass auch die Zusammensetzung des Doppelsalzes dieselbe, also $KNaCl_2O_6$ ist.

Das Doppelsalz wird durch Wasser zersetzt. Berührt man die erstarrte klare Schmelze mit einem Tropfen Wasser, so wird sie sofort undurchsichtig und porzellanartig weiss, indem sie sich in ein trübes Aggregat verwandelt. Aus der wässerigen Lösung krystallisiren später die einfachen Chlorate wiederum aus. — Die Schmelzen der beiden einfachen Chlorate bleiben dagegen nach Benetzung mit Wasser vollkommen klar.

4. **L. J. Igelström** (in Sunnemo, Wermland): **Plumboferrit von der Sjögrube.** — Es ist mir gelungen, dieses von mir zuerst von der Grube Jakobsberg in Nordmarken bekannt gemachte Mineral**) nun auch im September d. J. auf der mineralogisch so interessanten Sjögrube aufzufinden, was bei der grossen Aehnlichkeit der Mineralführung beider Gruben nichts Ueberraschendes hat. Während aber der Plumboferrit des ersteren Fundortes nur in derben, blätterigen Massen in Kalk, auch wohl hier und da in Jakobsit angetroffen wurde, findet sich derselbe in der Sjögrube in Schwerspath eingewachsen, in schönen, scharf ausgebildeten Krystallen von etwa 1 mm Durchmesser. Die Kryställchen bilden sechsseitige, vielleicht dem hexagonalen Systeme angehörige Täfelchen, welche in dem weissen, zuckerähnlichen Schwerspath entweder einzeln zerstreut oder in zusammengehäuften Aggregaten liegen. Im Uebrigen sind die Eigenschaften völlig gleich denjenigen des Plumboferrits von Jakobsberg. Der Strich ist wie dort hellroth und die blätterigen Aggregate sehen dem Eisenglimmer zum Verwechseln ähnlich. Die Farbe allein ist etwas heller in der Nüance und die zerstreut liegenden Blättchen erinnern im Aussehen auch an Molybdänglanz.

Auch chemisch ist das Verhalten ganz übereinstimmend mit dem für das Jakobsberger Mineral angegebenen. Auf Kohle giebt es reichlichen Bleibeschlag, löst sich in Salzsäure und giebt mit Permanganatlösung Reaction auf Eisenoxydul. Vom Magneten wird es trotz des FeO-Gehaltes nicht angezogen, während dies bei dem Jakobsberger Plumboferrit etwas der Fall ist. Es wäre vielleicht daraus zu entnehmen, dass diese letztere Eigenschaft beim Jakobsberger Mineral auf beigemengten Jakobsit zurückzuführen ist. Die beiden Mineralien unterscheiden sich auch noch chemisch insofern, als das Mineral des neuen Fundortes etwas Kupfer (3,52 %) enthält.

Zur quantitativen Analyse wurden 0,68 g der einzeln eingewachsenen Kryställchen verwendet, welche indessen nicht völlig von dem zuckerähnlichen Schwerspath getrennt werden konnten, welcher deswegen als unlöslicher Rückstand in Abzug gebracht werden musste. Die Analyse ergab:

*) Bei der Trübung findet jedoch durchaus keine vollständige Zersetzung statt, indem bei weitem der grösste Theil klar bleibt und seine ursprüngliche Polarisationsfarben behält.

) Öfversigt af Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1881, Nr. 8, dann auch diese Zeitschr. **19, 166.

Unlöslich ($BaSO_4$)	0,4000
Fe_2O_3	0,1800
PbO	0,0916
CuO	0,0100
	0,6816 g

Das durch die Permanganatlösung angedeutete Eisenoxydul wurde in einer besonderen Portion zu 9,21 % bestimmt. Auf reines Material berechnet sich das Resultat der Analyse wie untenstehend, dem zum Vergleich auch das Ergebniss der Analyse des Jakobsberger Minerals beigefügt ist.

	Sjögrube.		Jakobsberg.	
		Sauerstoff:		Sauerstoff:
Fe_2O_3	57,67	16,40	60,38	18,11
PbO	32,60	2,35	23,12	1,66
FeO	9,21	2,05	10,68	2,37
CuO	3,52	0,71	—	—
MnO	—	—	2,20	0,50
MgO	—	—	1,95	0,78
CaO	—	—	1.67	0,48
	100,00	5,11 × 3	100,00	5,79 × 3
		= 15,33		= 17,37

Die beiden Mineralien sind demnach offenbar identisch und haben dasselbe Sauerstoffverhältniss, nämlich 1 : 3, mit dem kleinen Unterschiede, dass das Mineral der Sjögrube mehr Blei und etwas Kupfer enthält. Die chemische Formel des letzteren ist demnach $RO.R_2O_3$ oder $(PbO.FeO.CuO)$ (Fe_2O_3).

5. **E. von Fedorow** (Turjinsk'sche Gruben, Gouv. Perm): **Zur Bestimmung der Feldspäthe und des Quarzes in Dünnschliffen.** — In dem II. Theile der »Universal-(Theodolith-)Methode« (diese Zeitschr. **22.** Bd.) suchte ich nach den einfachsten optischen Manipulationen, welche möglichst rasch und sicher die Feldspäthe in kleinsten Körnchen zu bestimmen gestatteten.

Es war mir eine grosse Genugthuung, eine solche Uebereinstimmung meiner Resultate mit denen des berühmten französischen Gelehrten Michel-Lévy zu treffen, wie sie durch das neue Werk*) desselben ersichtlich wird. Diesem bedeutenden Fachmanne verdanken wir das Meiste, dessen wir uns zur Bestimmung der Feldspäthe in Dünnschliffen bedienen, und von ihm ist noch viel zu erwarten.

Hier erlaube ich mir auf die Vorsichtsmassregeln die Aufmerksamkeit zu lenken, welche bei der mikroskopischen Bestimmung der Feldspäthe zu beachten sind.

*) Étude sur la détermination des feldspaths dans les plaques minces. Paris 1894. Betreffs weniger Punkte, in welchen unsere Resultate auseinandergehen, muss ich ihm zustimmen, so betreffs der Diagramme Fig. 22, d. h. die zu Albit und Oligoklas gehörenden Curven müssen wirklich herumgedreht und die positiven Coordinaten durch die negativen und umgekehrt ersetzt werden (worauf ich seiner Zeit nicht geachtet hatte). Was aber den Anorthit betrifft, so fand ich in zwei Präparaten (vom Vesuv) die optischen Axen A_1 und A_1' bis auf weniger als 1° (in der Luft) sich deckend. Herr Michel-Lévy findet 2°—3°, aber sagt nicht, ob seine Beobachtungen in der Luft und überhaupt auf welche Weise ausgeführt wurden. Falls in der Luft, so entspricht diesem ein wirklicher Winkel von 1°—1½°.

Man weiss, dass die Feldspäthe sehr oft Schichtkrystalle bilden und dabei die äusseren Schichten gewöhnlich den säurereicheren und die inneren den basischeren Gliedern der Plagioklasreihe angehören. Solches Verhalten ist noch sehr leicht zu entziffern, d. h. zu bestimmen, was einem und was einem anderen Plagioklas angehört; aber es kommen oft viel verwickeltere Relationen vor. Ich habe mehrfach beobachtet, dass eine Zwillingslamelle ganz rein einem Plagioklase und die andere einem anderen Plagioklase angehört. Von sehr vielen (bisweilen noch flüchtigen) Beobachtungen, welche ich an Gesteinen des Bogoslowskschen Bergkreises anstellte, sind manche besonders lehrreich. So habe ich z. B. an einem Plagioklase aus Gabbro (Nr. 88; diese Gesteine haben hier überhaupt grosse Verbreitung im südlichen Theile des Kreises) einen Schnitt getroffen, welcher sehr genau der symmetrischen Zone angehörte. Man sieht eine grosse Anzahl etwas dickerer und wenige dünne Zwillingslamellen das Körnchen durchsetzen. An den dickeren Lamellen, welche die Hauptmasse bilden, beobachtet man Auslöschungswinkel $\pm$ 15°—16°, in dünneren dagegen $\pm$ 31°—32°. Uebergänge finden sich nicht, und dabei sind die Lamellen der einen und anderen Art scharf durch gerade Linien getrennt. Nun ist bei solcher Sachlage leicht verständlich, dass bei manchen Bestimmungen sehr grobe Fehler begangen werden können, wenn man so verschiedene Glieder der Feldspathreihe für Zwillingsindividuen einer und derselben Species annimmt.

Man hält sich fern von solchen Fehlern, wenn man zur Bestimmung Schnitte der symmetrischen Zone (oder der verlängerten Zone, falls sie zu constatiren ist) vor sich hat. Aus sehr zahlreichen Beobachtungen nach der neuen Methode geht hervor, dass dieselben besonders gut ausfallen bei der Bestimmung nach den zur Axe n_m normalen Schnitten (wozu die Nicols parallel gestellt werden müssen); falls solche Schnitte vorhanden sind, lassen sie sich am schnellsten durch intensivere braune Farbe herausfinden (wobei jedoch nicht vergessen werden darf, die Richtigkeit mittelst der Drehungen am Universaltischchen zu verificiren). Sehr oft wird die Bestimmung gut und genau mittelst eines zu (010) normalen Schnittes, und dieser Schnitt lässt sich leicht durch die sehr grosse Breite und Unregelmässigkeit der Zwillingslamellen herausfinden.

Die zu den optischen Axen ungefähr normalen Schnitte, welche besonders für die Reihe Labrador-Anorthit zur genauesten Bestimmung am besten geeignet sind (durch die Bestimmung des Winkels zwischen den optischen Axen zweier Individuen mittelst des Universaltischchens) können aber besonders leicht zu fehlerhafter Beobachtung Veranlassung geben.

Ueberhaupt sind Oligoklas einerseits und Bytownit-Anorthit andererseits die am leichtesten zu bestimmenden Glieder der Reihe. In den von mir untersuchten Gesteinen sind aber besonders Oligoklas (im Granit, Syenit und Diorit, Diabas, Plagioklas-Porphyrit etc.) und Labrador bis Bytownit (im Gabbro) verbreitet.

Ich erlaube mir noch einmal auf die grosse Nützlichkeit des Gebrauches der parallelen Stellung der Nicols die Aufmerksamkeit zu lenken. Bei grosser Einfachheit der Operation giebt sie sehr lehrreiche Resultate. Man kann u. a. in einer sehr feinkörnigen Mischung von Quarz und (saurem) Feldspath den ersteren sehr leicht durch das intensivere Braun auffinden und bestimmen (wenn die Kleinheit der Körnchen die Anwendung des convergenten Lichtes schon unmöglich macht). Ich hoffe, dass auch diese einfache Methode, sowie das scharfsinnige Verfahren *) von

---

*) Zuerst im Neuen Jahrbuch für Mineralogie 1892, 2, 69 erwähnt. Die Methode von Becke ist im Jahrb. d. Wiener Akademie 1893, 1, beschrieben worden.

Herrn Becke eine grössere Anwendung bei den petrographischen Untersuchungen finden wird.

6. E. von Fedorow (Turjinsk'sche Gruben, Gouv. Perm): **Die Miller-schen sind die allein zulässigen Symbole.** (Mit 2 Textfiguren.) — Diese Behauptung habe ich seit fast zehn Jahren aufrecht erhalten*). Der Mangel an Entgegnungen hatte mich fast zu der Meinung geführt, dass diese Behauptung von allen sachkundigen Fachgenossen stillschweigend anerkannt worden ist. Nun erschien aber soeben eine Notiz, in welcher zwar keine directe Bestreitung dieser Behauptung gemacht wird und sogar einige von mir angegebenen Gründe für die Mangelhaftigkeit der überzähligen Symbole wiederholt werden, welche aber einen Vorschlag in sich enthält, überzählige Symbole neuerer Constructionsart in den Gebrauch einzuführen**).

Die Idee, von welcher sich der Verfasser dieser Notiz leiten liess, ist für mich nicht neu. Ich gelangte zu derselben sogleich, nachdem ich ein neues Coordinatensystem aufgestellt hatte und es als das einfachste und (in den Elementen der analytischen Geometrie) zum allgemeinen Gebrauch als das geeignetste empfahl, dessen sich jetzt auch Herr Brandão bedient. Es war mir aber nicht schwer zu dem Schlusse zu kommen, dass diese Idee in Bezug auf krystallographische Symbole nicht anwendbar ist; deswegen hatte ich dieselbe nicht erwähnt und nur die Untauglichkeit der überzähligen Symbole wiederholt.

In der jetzt vorliegenden Notiz habe ich die Absicht zu zeigen, 1) dass der neue Vorschlag als ein unzweckmässigerer zu verwerfen ist, 2) dass überhaupt keine Neuerungen weder nöthig noch möglich sind, weil a) in den Miller'schen Symbolen wir ein ausgezeichnetes Hülfsmittel besitzen, welches allen hierzu gehörenden Forderungen vollkommen genügt, und b) andere Symbole, welche dasselbe leisten, nicht möglich sind.

Die wichtigsten von mir angegebenen Gründe für die Mangelhaftigkeit der überzähligen Symbole überhaupt waren die folgenden:

1) Die Symbole sind bestimmt, uns solche Constanten zu liefern, welche nicht allein die räumliche Lage einer gegebenen Fläche oder einer gegebenen Kante sicher charakterisiren, sondern auch fähig sein müssen, direct in die Formeln der analytischen Krystallographie eingetragen zu werden, damit deren Gebrauch keine überflüssige zeitraubende Operationen nöthig macht. Bekannterweise ist dies nur mit den Miller'schen Symbolen der Fall.

2) Es müssen einfache Relationen existiren zwischen den Indices der Flächen und denen von ihnen geometrisch ableitbaren (um mich des zweckmässigen Ausdruckes von Liebisch zu bedienen) Kanten, damit auch eine einfache parallele arithmetische Ableitbarkeit ausführbar wird. Die letzte Ableitbarkeit fordert aber den Gebrauch dreier Indices, also keineswegs überzähliger Symbole.

3) Es muss eine Construction für die Aufstellung einer Kante von gegebenem

*) Z. B. wird in dem Vorwort zur vierten analytisch-krystallographischen Studie (1887) ausgesprochen: »In dieser wie in den vorigen Studien bediene ich mich ausschliesslich der Miller'schen Symbole für sämmtliche krystallographischen Systeme. Dies thue ich nicht, weil es mir so beliebt, sondern weil sie allein Symbole sind, welche rationalen Grund haben; nur Diejenigen finden es gleichgültig, eines oder das andere System von Symbolen zu gebrauchen, welche sich des jetzigen Standes der analytischen Krystallographie nicht vollständig bemächtigt haben..« In der deutschen Sprache hatte ich mich in demselben Sinne ausgedrückt in dieser Zeitschr. **21**, 583—584.

) V. de Souza-Brandão, diese Zeitschr. **28, 463.

Symbol vorhanden sein, welche derjenigen für Flächen desselben Symbols ganz analog ist. Diese Construction ist wieder nur bei dem Gebrauche der drei krystallographischen Axen ausführbar.

Nun hat Herr Brandão alle seine Aufmerksamkeit auf den dritten Punkt allein gelenkt; demgemäss ist er zu einer Construction gelangt, mittelst welcher auch das Vorhandensein überzähliger krystallographischer Axen die Bestimmung der Symbole für gegebene Kanten nicht verhindert.

Selbstverständlich ist seine Construction eine ganz neue, mit der üblichen *) keineswegs identische.

Angenommen, es sei somit der unter 3) aufgestellten Forderung genügt, so würden gerade infolgedessen, dass man die übliche Construction verlässt, die beiden anderen, wichtigeren Forderungen unerfüllt geblieben sein. Neue Symbole sind nicht mehr direct in die Formeln einzuführen; auch lassen sich nicht mehr die Symbole von Flächen aus denen von Kanten und umgekehrt arithmetisch ableiten. Ist aber dieser Umstand nicht der wichtigste?

Wozu sollen die Symbole dienen, welche gerade den wichtigsten Forderungen nicht genügen?

Ich gehe aber weiter und will den Beweis erbringen, dass selbst die Idee, von welcher der Verfasser neuer Symbole sich leiten liess, mangelhaft und unanwendbar ist und verlassen werden muss.

Worin besteht diese Idee?

Sie besteht in der wörtlichen Analogie der gewöhnlichen Definition der Symbole mit den neu vorgeschlagenen. Die übliche Definition besteht darin, dass die Indices einer Kante den Verhältnissen der Coordinatengrössen zu den Axeneinheiten auf denselben Axen gleich sind. Herr Brandão lässt in seinem neuen Vorschlage wörtlich dieselbe Definition aufrecht erhalten, nimmt aber nicht die üblichen (von mir als die complicirten bezeichneten), sondern neue Coordinatengrössen an, und zwar werden nach diesem Vorschlage die Coordinaten eines Punktes durch die zu den Coordinatenaxen normalen Flächen bestimmt.

Angenommen, es sei solche Construction der Symbole in den allgemeinen Gebrauch eingeführt. Ist sie rational, so lässt sie sich natürlich nicht nur auf den Ausnahmefall (des hexagonalen Systems), sondern überhaupt auf alle Fälle anwenden. Nun werde ich sogleich zu zeigen versuchen, dass dies nicht möglich ist.

Bezeichnen wir die gewöhnlich angenommenen (complicirten) Coordinaten eines Punktes einer möglichen Kante auf den Axen y_0, y_1, y_2 resp. durch B_0, B_1, B_2, die der Einheitskante durch O_0, O_1, O_2, und die von mir vorgeschlagenen und jetzt von Herrn Brandão für die Symbole angenommenen Coordinaten derselben Punkte durch $b_0, b_1, 1$ resp. $o_0, o_1, 1$ **).

Nun besteht bekanntlich die Relation ***)

$$y_i = Y_0 \cos(y_0 y_i) + Y_1 \cos(y_1 y_i) + Y_2 \cos(y_2 y_i). \qquad (a)$$

Auf Grund dieser Formel und in Anbetracht dessen, dass die angenommene

*) Welche auch in meiner oben genannten Abhandlung S. 589 in extenso ausgeführt wurde.

**) Da die Lage des Punktes in der Kante sonst beliebig ist, so wähle ich eine solche, bei welcher die Grösse der dritten Coordinate gleich 1 ist; dann bleibt zu untersuchen, ob die einfachen Verhältnisse b_0/o_0 und b_1/o_1 rational seien.

***) Sämmtliche zu dem neuen Coordinatensysteme gehörende Grundformeln sind in einer Broschüre des Verfs. »Grundformeln der analytischen Geometrie« zusammengestellt.

Kante eine mögliche ist und durch ein rationales Symbol $[r_0, r_1, r_2]$ ausgedrückt werden kann, also $\frac{B_0}{O_0} : \frac{B_1}{O_1} : \frac{B_2}{O_2} = r_0 : r_1 : r_2$, können wir schreiben:

$$\frac{b_0}{O_0} = \frac{kO_0 r_0 + kO_1 r_1 \cos(y_0 y_1) + kO_2 r_2 \cos(y_0 y_2)}{O_0 + O_1 \cos(y_0 y_1) + O_2 \cos(y_0 y_2)} \qquad \text{(b)}$$

(hier bedeutet k einen Proportionalitätsfactor).

Soll diese Relation rational und zwar gleich $\frac{b}{o}$ sein, wo b und o irgend welche ganze Zahlen bedeuten, so finden wir:

$$(kor_0 - b)O_0 + (kor_1 - b)O_1 \cos(y_0 y_1) + (kor_2 - b)O_2 \cos(y_0 y_2) = 0. \quad \text{(c)}$$

Damit aber diese Gleichung bei allen Werthen der Winkel $(y_0 y_1)$ und $(y_0 y_2)$ und bei allen Werthen O_0, O_1, O_2 besteht, müssen noch die Gleichungen statthaben:

$$kor_0 - b = 0;\ kor_1 - b_1 = 0;\ kor_2 - b_2 = 0, \text{ oder } r_0 : r_1 : r_2 = 1 : 1 : 1. \quad \text{(d)}$$

Diese Relation spricht aus, dass im Allgemeinen die Einheitskante allein ein rationales Symbol und zwar [111] besitzt. Alle anderen Kanten (die krystallographischen Axen selbst ebenso) werden durch irrationale Symbole ausgedrückt, falls wir den Vorschlag des Herrn Brandão annehmen würden. Der Vorschlag ist also für unannehmbar zu bezeichnen, was zu beweisen war.

Es scheint allgemein anerkannt zu werden, und Herr Brandão wiederholt ausdrücklich seinerseits diese Anerkennung, dass in rechnerischer Hinsicht die Miller'schen Symbole unanfechtbar sind und allen oben aufgezählten Hauptbedingungen vollkommen genügen.

Das Einzige, was ihren Gebrauch für das hexagonale System (eigentlich für diejenigen Symmetriearten dieses Systems, welche eine sechszählige Symmetrieaxe besitzen) einigermassen unbequem macht, ist der Umstand, dass die Symbole der Flächen einer einzigen einfachen Figur (z. B. der dihexagonalen Bipyramide) von zweierlei Form sind; besitzt eine Hälfte der Flächen in ihren Symbolen die Indices $(p_0 p_1 p_2)$, so gehören der anderen Hälfte die Indices $(-p_0 + 2p_1 + 2p_2,\ 2p_0 - p_1 + 2p_2,\ 2p_0 + 2p_1 - p_2)$ an.

Man sieht, dass dieser Umstand ausschliesslich in Bezug auf die Bezeichnung der einfachen Figur durch die vollständigen Symbole von Belang ist, und nicht für die Flächen einzeln genommen. Diese Forderung ist aber von ganz anderer Tragweite und Bedeutung, als die oben aufgezählten Forderungen, und kann als ganz nebensächlich bezeichnet werden. Von mancher Seite vernahm ich sogar die Meinung, dass die Symbole der vollständigen Figur überhaupt nicht nöthig seien. Ich glaube allerdings, dass eine solche extreme Meinung an einem Widerspruche leidet. Nicht nur alle Krystallographen überhaupt, sondern sogar diejenigen, von welchen ich diese Meinung vernahm, haben stets von den Symbolen der vollständigen Figur Gebrauch gemacht, wenn auch in der sehr unvollkommenen Form derselben, in welcher sie uns von den älteren Autoren überliefert worden sind. Jedenfalls betont aber die Existenz solcher Meinung am besten den Umstand, dass das Bedürfniss der vollständigen Symbole der Figuren in zweiter Linie steht.

Die Miller'schen Symbole sind aber fähig, eine solche Form anzunehmen, in welcher selbst diese nebensächliche Forderung erfüllt wird. Diese Form, schon 1886 vom Verf. angezeigt, besteht in dem Gebrauche der Vorzeichen + und — vor dem Symbol. Entspricht z. B. der Form $(p_0 p_1 p_2)$ das Vorzeichen +,

so bedeutet das Vorzeichen —, dass die Indices $(-p_0 + 2p_1 + 2p_2, 2p_0 - p_1 + 2p_2, 2p_0 + 2p_1 - p_2)$ vorausgesetzt sind.

Bei dem Gebrauche dieser verkürzten Symbole entsteht aber die Frage nach dem Uebergange zu diesen Symbolen. Diese Frage wurde Seitens des Verfs. schon 1886 umständlich studirt, und es soll diese Notiz schliessen mit der wörtlichen Uebersetzung der damals gegebenen Lösung dieser Aufgabe*).

»Bezeichnen wir diejenigen Dodekanten der Sphäre, welche durch das Symbol $(p_0 p_1 p_2)$ direct charakterisirt werden, als die positive, und diejenigen, welchen die Symbole der anderen Art angehören, als negative.

Jener Mangel der Miller'schen Symbole verschwindet, wenn wir für die negativen Dodekanten dasjenige Axensystem wählen, welches sich aus dem Hauptsystem durch Umklappung um die Verticalaxe erhalten lässt. Dann wiederholen sich zweimal dieselben Symbole, einmal mit + und ein anderes Mal mit —. Symbol — $(p_0 p_1 p_2)$ bedeutet also

$$(-p_0 + 2p_1 + 2p_2,\ 2p_0 - p_1 + 2p_2,\ 2p_0 + 2p_1 - p_2).$$

Auch umgekehrt lässt sich das positive Symbol $(p_0 p_1 p_2)$ durch das negative

$$-(-p_0 + 2p_1 + 2p_2,\ 2p_0 - p_1 + 2p_2,\ 2p_0 + 2p_1 - p_2)$$

ausdrücken.

»Die hiermit angezeigte Substitution wird jedesmal nöthig, wenn wir die Indices zu Rechnungszwecken zu gebrauchen nöthig haben. Sei z. B. das Symbol der Zone der Flächen + $(22\bar{1})$ und — $(22\bar{1})$ gesucht, so haben wir in dem zweiten Symbol zuerst diese Substitution auszuführen und dann nach der bekannten Regel das gesuchte Symbol zu berechnen, und finden $[\bar{1}10]$.

»Auf diese Weise lässt sich der Uebergang von reducirten zu gewöhnlichen Symbolen leicht verwirklichen. Um aber auch den umgekehrten Uebergang (d. h. den Uebergang von gewöhnlichen zu reducirten) richtig auszuführen, müssen wir erst einige vorbereitende Ueberlegungen in Betracht ziehen.

»Der Ausdruck zweier entgegengesetzt paralleler Flächen durch Symbole ist allbekannt; es sind die Symbole $(p_0 p_1 p_2)$ und $(\bar{p}_0 \bar{p}_1 \bar{p}_2)$. Die reale Existenz zweier verschiedener paralleler Flächen macht die Unterscheidung dieser beiden Symbole nothwendig.

»Die beiden Zonensymbole, welche sich nur in den Vorzeichen aller Indices unterscheiden, drücken, im Gegentheil, nicht zwei verschiedene, sondern eine einzige Zone aus. Doch können wir durch diese Symbole die beiden entgegengesetzten Richtungen unterscheiden (und somit genügen wir dem geometrischen Gesetz des Dualismus).

»Man weiss, dass, wenn eine Fläche $(p_0 p_1 p_2)$ einer Zone $[r_0 r_1 r_2]$ angehört, die Gleichung erfüllt wird:

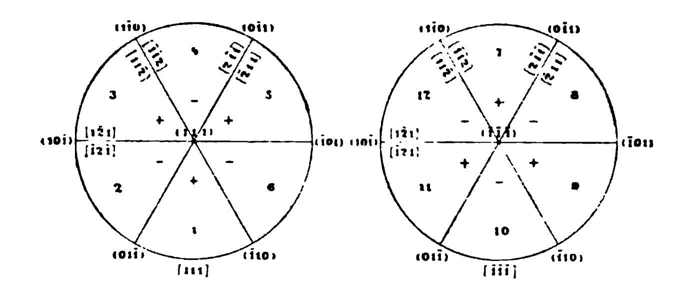
$$p_0 r_0 + p_1 r_1 + p_2 r_2 = 0.$$

Nun kann man von einer Fläche in Bezug auf die gegebene Zone sagen, sie liege innerhalb der Zone, wenn diese Summe eine positive Grösse darstellt, und umgekehrt soll sie als ausserhalb der Zone gelegen bezeichnet werden, wenn diese Summe negativ wird. Analog kann man sich auch so ausdrücken, dass eine Zone $[r_0 r_1 r_2]$ an der inneren Seite der Fläche liegt (oder die Richtung der inneren

*) Versuch, die Symbole aller gleichwerthigen Richtungen einer bestimmten Symmetrieart kurz auszudrücken. Verh. d. k. russ. min. Ges. 1886, **28**, 110 ff.

Seite dieser Fläche hat), wenn diese Summe positiv, und umgekehrt, wenn diese Summe negativ ist.

»In den beigegebenen Figuren ist die Theilung der Sphäre in Dodekanten angezeigt; durch Symbole sind die Flächen bezeichnet, deren Pole die Eckpunkte



dieser Dodekanten sind, und auch die durch diese Flächen bestimmten Zonen. Alle Dodekanten sind mit Nummern versehen; diejenigen mit unpaaren Nummern nehmen wir als positive, und die mit paaren als negative.

»Ist ein gewöhnliches Symbol gegeben und wird das ihm entsprechende reducirte Symbol gesucht, so ist zunächst das Vorzeichen des entsprechenden Dodekanten zu bestimmen, welchem der Pol der Fläche angehört. Wird der Dodekant als positiv erkannt, so bleibt das Symbol ohne Aenderung; im umgekehrten Falle ist es nach der oben angegebenen Regel der Substitution zu unterwerfen.

»Als ein Beispiel nehmen wir die Fläche (72$\bar{4}$).

Für die Zone [11$\bar{2}$] ist die Summe $p_0 r_0 + p_1 r_1 + p_2 r_2$ positiv
\- - - [$\bar{2}$11] - - - - negativ
\- - - [111] - - - - positiv.

»Aus diesen drei Bemerkungen schliessen wir, dass der Pol sich innerhalb des Dodekanten Nr. 2 oder Nr. 3 befinden muss; da aber diese Summe für die Zone [$\bar{1}$21] positiv ist, so finden wir endlich, dass das Symbol dem Dodekanten Nr. 2 angehört; somit ist die Substitution auszuführen, und der gegebenen Fläche gehört also das reducirte Symbol — [$\bar{1}\bar{1}$.4.22] an.

»Der Pol der Fläche (72$\bar{3}$) gehört der Zone [1$\bar{2}$1] selbst an; also würde das Symbol der Substitution nicht bedürfen.«

Wenn es auch nicht hierher gehört, so erlaube ich mir doch, meine Freude darüber auszusprechen, dass die von mir auf die Symmetrielehre angewandte Quaternionenrechnung nicht nur in Russland (und zwar seitens des Mathematikers Herrn Kadik), sondern ganz unabhängig seitens eines italienischen Fachgenossen, des Herrn C. Viola, eifrige Forscher gefunden hat, welche uns mit der Schönheit der Anwendung dieser Lehre in dem neuen Gebiete bekannt machen werden. Ich hoffe, dass dadurch besonders Kürze und Einfachheit der Beweisführung vieler Sätze erzielt werden wird, was zum Theil schon aus der eben erschienenen Notiz von Herrn C. Viola (diese Zeitschrift 28, 466) zu ersehen ist. Die erste Anwendung wurde vom Verfasser in der Abhandlung »Symmetrie auf der Ebene« (S. 92) gemacht. Die schönen Resultate von Herrn Kadik sind noch nicht veröffentlicht und mir nur auf briefliche Weise zur Kenntniss gekommen.

7. C. Schmidt (in Basel): **Ein neues Vorkommen von Scheelit in der Schweiz.** — Gelegentlich meiner diesjährigen Excursionen im Maderanerthal mit den Theilnehmern an der Excursion VIII des VI. internationalen Geologen-Congresses in Zürich erwarb ich bei Herrn Fedier, Mineralienhändler in Bristen, einen prachtvollen Scheelitkrystall. Als Fundort wird angegeben: Etzlithal, südwestlich vom Gulmenstafel, am Fusse des sogenannten Kl. Mutschen, östlich Piz Giuf, nördlich Piz Ner und westlich Kreuzlistock und Mittelplatten (vgl. Bl. 407 der topograph. Karte der Schweiz). Der pyramidal ausgebildete, farblose, durchscheinende Krystall hat eine Länge der *c*-Axe von 4,5 cm. Die herrschende Form ist $\{111\}P$. Der Mittelkantenwinkel wurde mit dem Anlegegoniometer zu $49\frac{1}{2}^0$ gemessen. Die Flächen von $\{111\}P$ sind diamantglänzend, etwas gekrümmt und zeigen Spaltrisse nach dieser Form. $\{101\}P\infty$ tritt einmal auf, schmal und mattflächig. — Der Krystall sitzt auf einer kleinen Adulardruse und umwächst auf der einen Seite einen Adularkrystall.

Scheelit ist hiermit zum zweiten Male in der Schweiz nachgewiesen worden. An der Kammegg bei Guttannen (Haslithal) wurde im Sommer 1887 eine grössere Zahl von Scheeliten gefunden zugleich mit Adular, Epidot und Asbest. Die genannten Mineralien bilden Kluftausfüllungen in Hornblendeschiefern und Gneissen (vgl. A. Baltzer, Mittheil. d. naturf. Gesellsch. Bern 1887, S. 166, Ref. in dieser Zeitschr. **18**, 313). Auch der Scheelit des Etzlithales ist ein in hornblendereichen Gesteinen auftretendes Drusenmineral, da Hornblendeprotogine und Hornblendeschiefer in zusammenhängendem Zuge von der Passhöhe des Kreuzlipasses bis zum Piz Giuf hinziehen (vgl. Bl. XIV d. geol. Karte der Schweiz, ferner Lief. XXV d. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz S. 111 u. f. u. Anhang S. 13). — Die Scheelite von Traversella (Piemont), vom Sulzbachthal und vom Krimler-Achenthal (Salzburg) finden sich ebenfalls in Drusen umgewandelter, hornblendereicher Schiefer. Es erscheint also der Scheelit als ein weiteres charakteristisches Mineral jener Drusenbildungen in alpinen Hornblendegesteinen, welche durch die Paragenesis von Asbest, Chlorit, Epidot, Axinit, Prehnit, Calcit etc. ausgezeichnet sind. — Bemerkenswerth ist es, dass diese alpinen Scheelite immer pyramidalen Habitus zeigen, dass ferner meist $\{111\}P$, seltener $\{101\}P\infty$ herrscht und Zwillinge fehlen, während die auf Zinnerzlagerstätten (Zinnwald, Altenberg, Schlaggenwalde) vorkommenden Krystalle häufig flächenreicher ausgebildet sind, nicht selten vorherrschend $\{001\}0P$ zeigen und meist Zwillinge darstellen.

VII. Auszüge.

---

1. K. Johansson (in Stockholm): **Cerussit und Kalkspath von Norberg** (Geolog. Fören. Förhandl. 1892, **14,** 49). — 1. Cerussit. Es wurden einige Stufen von einer neuen Localität, der Silbergrube Kallmora im Grubendistrict Norberg, untersucht. Der Cerussit findet sich hier mit stark geätztem Bleiglanz zusammen, in meistens langprismatischen Krystallen von schwach bräunlicher Farbe. Auch pyramidaler Habitus kommt vor, durch Vorherrschen von $\{021\}$ neben stark verkürzter Prismenzone hervorgebracht. Die beobachteten Formen sind: $\{010\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{031\}$, $\{021\}$, $\{011\}$, $\{012\}$, $\{001\}$ und $\{111\}$. Einfache Individuen kommen nicht vor, sondern nur Zwillinge, nach dem gewöhnlichen Gesetze: Zwillingsebene eine Fläche des Grundprismas. Die Art der Ausbildung ist eine ungemein mannigfache vom einfachen Doppelindividuum bis zu pseudohexagonalen Zwölflingen.

2. Kalkspath. Typus 1, tafelförmig, mit $0R$ und $R3$ als herrschende Formen. Kommt mit Quarz und Kalkspath vom Typus 2 vor. Die beobachteten Formen sind: $\{0001\}0R$, $\{21\bar{3}1\}R3$, $\{\bar{1}011\}-R$, $\{\bar{1}\bar{4}.0.14.11\}-\frac{14}{11}R$, $\{\bar{4}043\}-\frac{4}{3}R$, $\{\bar{2}021\}-2R$, $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{62\bar{8}1\}4R2$, $\{\bar{8}\bar{1}95\}-\frac{7}{5}R\frac{9}{7}$, $\{11\bar{2}0\}\infty P2$, sowie $\{20\bar{2}1\}2R$ durch Aetzung entstanden. Die Form $-\frac{14}{11}R$ ist neu. Sie ist nur an einem Krystall beobachtet, aber mit ziemlich breiten und recht gut reflectirenden Flächen. Als Mittel von 8 Messungen zwischen $51^0\,21'$ und $51^0\,35'$ ergab sich

$$(\bar{1}\bar{4}.0.14.11):(0001) = 51^0\,28'; \text{ berechnet } 51^0\,28'.$$

Typus 2. Nadelförmig, herrschende Formen ∞R und $-36R$. Die Krystalle zeigen sich geätzt (daher die spitzen Rhomboeder wohl als Lösungsflächen zu betrachten sind). Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{\bar{3}\bar{6}.0.36.1\}-36R$, $\{\bar{1}\bar{1}.0.11.1\}-11R$(?), $\{\bar{3}031\}-3R$(?), $\{43\bar{7}1\}R7$, $\{10\bar{1}1\}R$. Die Form $-36R$ ist neu.

$$(10\bar{1}0):(\bar{3}\bar{6}.0.36.1) = 178^0\,26' \text{ (beobachtet)}, 178^0\,26' \text{ (berechnet)}.$$

Zusammen mit den beiden Typ. 1 und 2 kommt Quarz vor, theils prismatisch, älter als der Kalkspath, theils pyramidal, durch Einschlüsse von Bergpech dunkel gefärbt, jünger als der Kalkspath.

Typus 3. Herrschende Form R; formenreich, gut ausgebildet. Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}1\}R$, $\{0001\}0R$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{\bar{5}051\}-5R$, $\{\bar{2}021\}-2R$,

$\{\bar{5}05\bar{4}\}-\frac{5}{4}R$, $\{\bar{1}011\}-R$, $\{31\bar{4}2\}R2$, $\{21\bar{3}1\}R3$, $\{16.10.\bar{26}.5\}\frac{6}{5}R\frac{13}{3}$, $\{7.6.\bar{13}.2\}\frac{1}{2}R13$, $\{\bar{4}\bar{2}61\}-2R3$, $\{\bar{2}\bar{1}35\}-\frac{1}{3}R3$, $\{21\bar{3}4\}\frac{1}{4}R3$, $\{44\bar{8}3\}\frac{8}{3}R2$.

Von diesen Formen sind $\frac{1}{2}R13$ und $\frac{6}{5}R\frac{13}{3}$ neu. Erstere ist nur an einem Krystall beobachtet, aber mit ziemlich grossen, genaue Messungen erlaubenden Flächen. Die zweite Form kommt an allen gemessenen Krystallen vor und ist eine der am meisten ausgebildeten Formen, doch geben die Flächen nicht einfache Reflexe.

		Gemessen:	Berechnet:
$(16.10.\bar{26}.5)$	$:(10\bar{1}1)$	$= 38^0\ 3'$	$37^0 57'$
	$:(26.\bar{10}.\bar{16}.5)$	$= 43\ 45$	$43\ 42$
	$:(\bar{16}.26.\bar{10}.5)$	$= 73\ 25$	$73\ \ 4$
$(6.7.\bar{13}.2)$	$:(10\bar{1}1)$	$= 62\ 43$	$62\ 50$
	$:(42\bar{6}\bar{1})$	$= 12\ 59$	$13\ 13$
	$:(7.6.\bar{13}.2)$	$= 21\ \ 5$	$21\ \ 1$

Ref.: H. Bäckström.

2. **J. H. L. Vogt** (in Christiania): **Eisennickelkies von Beiern im nördlichen Norwegen** (Ebenda 325). — Der zuerst von Scheerer (1845) beschriebene Eisennickelkies war bis jetzt nur von einem einzigen Fundorte, Espedalen im Gausdal (Norwegen) bekannt; an Nickelerzproben von Eiterjord an der Südseite des Beiernflusses ist aber jetzt das Mineral wieder angetroffen worden. Es kommt hier in kleinen, in Magnetkies eingesprengten Körnern vor. Das Mineral zeigt sehr gute oktaëdrische Spaltbarkeit, etwa ebenso gute wie Flussspath oder Bleiglanz, und wird von dem Magneten nicht angezogen. Die Farbe ist hell tombackbraun mit einem Stiche in weissgelb. Die Farbe des Pulvers ist grünlichschwarz. Starker Metallglanz. H. = 4. Eine Analyse gab die unter 1. verzeichneten Resultate; unter 2. ist die nach Abzug des Unlöslichen und einer dem Kupfergehalte entsprechenden Menge von Kupferkies umgerechnete Analyse aufgeführt.

	1.	2.	:	
Fe	30,51	30,60	0,5465	1,1291
Ni	32,97	33,34	0,5748	
Co	0,45	0,46	0,0078	
S	34,15	34,25		1,0703
Cu	0,28	-		
Ungelöst	0,29	-		
	98,65	98,65		

R: *S* ist demnach = 1 : 0,948 und *Fe*: *Ni* = 1 : 1,052. In dem Scheererschen Minerale war *Fe*: *Ni* = 1 : 0,521; da aber sonst alle Eigenschaften stimmen, muss man beide Varietäten vereinigen. Der Eisennickelkies ist folglich chemisch als eine Mischung von *NiS* und *FeS* in mittleren Verhältnissen zu charakterisiren. Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass in den hexagonalen *NiS*-Mineralien *NiS* stets stark über *FeS* vorherrscht, woraus Verf. schliesst, dass die reguläre Form des Eisennickelkieses durch die morphotropische Einwirkung des wahrscheinlich nur regulär krystallisirenden, nicht dimorphen *FeS* hervorgebracht ist.

Es wird endlich auf den Unterschied in dem Verhalten des *Ni* und des *Co* bei der Krystallisation von RS_2- und *RS*-Mineralien hingewiesen. Während *Co* sich in dem zuerst krystallisirenden Schwefelkies, dem RS_2-Mineral, concentrirt, geht das *Ni* vorzugsweise in die später krystallisirenden *RS*-Mineralien.

Ref.: H. Bäckström.

8. Hj. Sjögren (in Upsala): **Beiträge zur Mineralogie Schwedens** (Bulletin of the Geological Institution of Upsala 1892, **1**, 1*)). — 1. Axinit von Nordmarken. Axinit wurde bei Nordmarken schon 1812 angetroffen und von Hisinger beschrieben. Es waren in Thon eingebettete, grünliche, centimetergrosse, tafelförmige Krystalle, welche nach Sjögren's Messungen die Formen $c\{001\}$, $a\{100\}$, $s\{101\}$, $Y\{\bar{2}01\}$, $u\{111\}$, $r\{1\bar{1}1\}$, $l\{112\}$ zeigen**). Die Tafelform wird durch abwechselnde Combination der Flächen l und c hervorgebracht. Auch vom Rath hat Axinitkrystalle von Nordmarken untersucht; diese waren prismatisch nach c und u oder tafelförmig nach l, und zeigten die Formen $a\{100\}$, $c\{001\}$, $m\{1\bar{1}0\}$, $g\{2\bar{1}0\}$, $f\{3\bar{1}0\}$, $s\{101\}$, $u\{111\}$, $r\{1\bar{1}1\}$, $l\{112\}$. Die neuerdings von Flink aufgefundenen, hier näher beschriebenen Krystalle sind dagegen von mehr isometrischem Habitus und sehr formenreich. Sie kamen mit Magnetit und Diopsid in Kalkspath eingewachsen vor. Sie sind klar und mit gelbbrauner Farbe durchsichtig. Die beobachteten Formen***) sind:

$a\{100\}\infty\bar{P}\infty$	$u\{111\}P'$
$b\{010\}\infty P\infty$	$r\{1\bar{1}1\}'P$
$c\{001\}0P$	$w\{11\bar{1}\}P_{,}$
$M\{110\}\infty P'_{,}$	$e\{1\bar{1}\bar{1}\}{}_{,}P$
$m\{1\bar{1}0\}\infty_{,}'P$	$l\{112\}\frac{1}{2}P'$
$\mu\{130\}\infty\breve{P}'_{,}3$	$\pi\{1\bar{1}2\}\frac{1}{2}'P$
*$R\{350\}\infty\breve{P}'_{,}\frac{5}{3}$	*$\gamma\{11\bar{2}\}\frac{1}{2}P_{,}$
*$U\{210\}\infty\bar{P}'_{,}2$	*$X\{221\}2P'$
$n\{0\bar{2}1\}2\breve{P}_{,}\infty$	$z\{2\bar{2}1\}2'P$
$s\{101\}'\bar{P}'\infty$	*$Z\{\bar{1}14\}\frac{1}{4}{}_{,}P$
$x\{201\}2'\bar{P}'\infty$	$\varrho\{31\bar{3}\}\bar{P}_{,}3$
$Y\{\bar{2}01\}2_{,}\bar{P}_{,}\infty$	*$\lambda\{\bar{4}11\}4_{,}\bar{P}4$

*$Q\{6\bar{1}4\}\frac{3}{2}'\bar{P}6$.

Die mit * bezeichneten Formen sind neu. Es werden für diese Flächen die folgenden Messungen angeführt:

	Gemessen:	Berechnet:
$(350):(110)$	$= 10^0 20'$	$10^0 42'$
$(210):(100)$	$= 23\ 45$	$25\ 55\frac{1}{2}$
$(11\bar{2}):(\bar{2}01)$	$= 41\ 45$	$41\ 47\frac{1}{2}$
$:(001)$	$= 51\ 20$	$51\ 18\frac{1}{2}$
$:(11\bar{1})$	$= 24\ \ 7$	$24\ \ 6$
$:(0\bar{2}1)$	$= 41\ \ 0$	$41\ \ 1$
$(221):(110)$	$= 18\ 54$	$19\ \ 8\frac{1}{2}$
$(\bar{1}14):(001)$	$= 14\ 21$	$14\ 52$
$(6\bar{1}4):(1\bar{1}1)$	$= 31\ \ 5$	$31\ \ 8$
$:(101)$	$= 11\ \ 5$	$11\ 48$

$\lambda\{\bar{4}11\}4_{,}\bar{P}4$ ist aus ihrer Lage in den beiden Zonen $[(\bar{2}01)(2\bar{2}1)]$ und $[(100)(1\bar{1}\bar{1})]$ bestimmt. Sie erlaubte keine Messungen.

2. Krystallisirter Hedyphan von der Harstiggrube. Der krystallisirte Hedyphan kommt an der genannten Localität in mit Kalkspath gefüllten

*) Kurze Mittheilungen über die hier besprochenen Mineralien wurden auch in Geol. Fören. Förh. veröffentlicht.

**) Nach der von Schrauf vorgeschlagenen Stellung, wobei $a:b:c = 1,14752 : 1 : 0,86256$; $\alpha = 97^0 2'$, $\beta = 98^0 53\frac{1}{2}'$, $\gamma = 102^0 45'$.

***) Die Naumann'schen Zeichen sind in dem von Hamberg vorgeschlagenen Sinne gebraucht. Diese Zeitschr. **28**, 159.

Spalten mit Tephroit zusammen vor. Die (von Herrn Flink bezogenen) Krystalle sind centimetergross, von gelblichweisser Farbe. Sie erweisen sich dem hexagonalen Systeme angehörig und sind, wenigstens scheinbar, holoëdrisch, obwohl das Mineral sich der Apatitgruppe anschliesst. Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,7063$, aus dem Mittelkantenwinkel der Grundpyramide $101^{0}\,36'$ berechnet. Auftretende Formen: $c\{0001\}0P$, $m\{10\bar{1}0\}\infty P$, $x\{10\bar{1}1\}P$, $y\{20\bar{2}1\}2P$, $r\{10\bar{1}2\}\frac{1}{2}P$, $v\{11\bar{2}2\}P2$, $s\{11\bar{2}1\}2P2$.

Die Krystallfragmente waren für Messungen wenig geeignet, daher die Winkelwerthe an verschiedenen Krystallen sehr schwanken. Es wird deshalb hier auf die Wiedergabe der Winkeltabelle verzichtet.

Schnitte nach (0001) zeigen sich isotrop, Schnitte nach der Verticalzone dagegen doppelbrechend mit Auslöschung parallel der Basiskante. Nähere optische Untersuchung wurde durch das reichliche Auftreten von Interpositionen und Zersetzungsproducten verhindert. Des Cloizeaux hatte für den Hedyphan eine Spaltbarkeit nach zwei Flächen, welche mit einander einen Winkel von 96^{0} einschliessen, angegeben; nach Sjögren ist die deutlichste Spaltbarkeit nach P, deren Mittelkantenwinkel $101^{0}\,37'$ beträgt.

3. Humit, 4. Chondrodit und 5. Klinohumit von Nordmarken.

In der Ko-Grube bei Nordmarken sind neuerdings alle drei Glieder der Humitgruppe angetroffen worden. Sie treten zusammen mit Magnetit, Tremolit, Ripidolith, Calcit und Dolomit auf; spärlich kommen auch gelbe Zinkblende und Löllingit vor. Die Humitmineralien sind sehr häufig in aschgrauen Serpentin umgewandelt, behalten jedoch ihren Glanz, so dass sie auch bei vollständiger Umwandlung messbar sind. Bei noch mehr vorgeschrittener Umwandlung geben sie in dolomitischen Kalkspath über.

Der Chondrodit ist das gewöhnlichste der drei Mineralien und ist älter als der Humit, welcher bisweilen in kleinen Krystallen an den Chondroditkrystallen angewachsen vorkommt. Verf. hebt die Aehnlichkeit dieses Vorkommens mit demjenigen von der Tilly Foster Mine, NY., hervor.

Humit. Bei der Aufstellung der Krystalle ist wie gewöhnlich die Pyramide n zur Grundform gewählt worden, doch behufs Vergleich mit den monosymmetrischen Gliedern der Gruppe gedreht, so dass die frühere Makroaxe jetzt Brachyaxe ist, also $a : b : c = 1,0809 : 1 : 4,4033$.

Die auftretenden Flächen sind*):

$A\{001\}0P$ — $i\{011\}\breve{P}\infty$ — $n\{111\}P$

$B\{100\}\infty\bar{P}\infty$ — $\frac{1}{3}i\{013\}\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ — $\frac{1}{2}n\{112\}\frac{1}{2}P$

$C\{010\}\infty\breve{P}\infty$ — $\frac{1}{5}i\{015\}\frac{1}{5}\breve{P}\infty$ — $\frac{1}{3}n\{113\}\frac{1}{3}P$

$o\{120\}\infty\breve{P}2$ — $e\{101\}\bar{P}\infty$ — $r\{122\}\breve{P}2$

$\frac{1}{2}o\{110\}\infty P$ — $\frac{1}{2}e\{102\}\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ — $\frac{1}{2}r\{124\}\frac{1}{2}\breve{P}2$

$\frac{1}{3}o\{320\}\infty\bar{P}\frac{3}{2}$ — $\frac{1}{4}e\{104\}\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ — $\frac{1}{3}r\{126\}\frac{1}{3}\breve{P}2$

$\frac{1}{4}r\{128\}\frac{1}{4}\breve{P}2$ — $\frac{1}{5}r\{1.2.10\}\frac{1}{5}\breve{P}2$.

Diese sämmtlichen 20 Formen sind am vesuvischen Humit bekannt. Die gewöhnlichsten Formen sind $\{128\}$, $\{126\}$ und $\{010\}$ und da diese auch mit grossen Flächen auftreten, geben sie den Humitkrystallen dieser Localität einen charakteristischen, linsenförmigen Habitus. Die Formen $\{124\}$, $\{122\}$, $\{013\}$, $\{320\}$ und $\{001\}$ gehören ebenfalls zu den oft vorkommenden.

Zwillingskrystalle kommen nicht vor.

*) Naumann-Hamberg'sche Symbole.

Dünnschliffe nach {010} zeigen parallele Auslöschung gegen die Tracen der anderen Pinakoide. Die spitze Bisectrix ist positiv und fällt mit der *b*-Axe zusammen.

Der Winkel der optischen Axen wurde in Platten senkrecht gegen die Mittellinien in Kaliumquecksilberjodid gemessen. Es ergab sich:

$$2H_{aLi} = 67^0\ 0' \qquad 2H_{oLi} = 109^0 45'$$
$$2H_{aNa} = 66\ 40 \qquad 2H_{oNa} = 109\ 25$$
$$2H_{aTl} = 66\ 15 \qquad 2H_{oTl} = 109\ 0$$

woraus

$$2V_{Li} = 68^0\ 1'$$
$$2V_{Na} = 67\ 54$$
$$2V_{Tl} = 67\ 44$$
$$\beta = 1{,}643.$$

Die Dispersion der optischen Axen ist folglich klein und $\varrho > v$.

4. Chondrodit. Die Chondrodite von Nordmarken schliessen sich sowohl im Habitus als in den Winkelwerthen denjenigen von Tilly Foster nahe an und lassen sich ungezwungen auf das von E. S. Dana für diese gegebene Axenverhältniss zurückführen. Die Krystalle sind sehr formenreich; es wurden nicht weniger als 29 Formen beobachtet, nämlich:

$A\{001\}0P$
$B\{100\}\infty\bar{P}\infty$
$C\{010\}\infty\breve{P}\infty$
$\frac{1}{2}o\{110\}\infty P$
$i\{012\}\frac{1}{2}\breve{P}\infty$
$\frac{1}{4}i\{014\}\frac{1}{4}\breve{P}\infty$
$+e\{101\}-\bar{P}\infty$
$-e\{\bar{1}01\}+\bar{P}\infty$
$+\frac{1}{3}e\{103\}-\frac{1}{3}\bar{P}\infty$
$-\frac{1}{3}e\{\bar{1}03\}+\frac{1}{3}\bar{P}\infty$

$+\frac{1}{5}e\{105\}-\frac{1}{5}\bar{P}\infty$
$-\frac{1}{5}e\{\bar{1}05\}+\frac{1}{5}\bar{P}\infty$
$+n\{111\}-P$
$-n\{\bar{1}11\}+P$
$-\frac{1}{2}n\{\bar{1}12\}+\frac{1}{2}P$
$+\frac{1}{3}n\{113\}-\frac{1}{3}P$
$-\frac{1}{3}n\{\bar{1}13\}+\frac{1}{3}P$
$+\frac{1}{5}n\{115\}-\frac{1}{5}P$
$-\frac{1}{5}n\{\bar{1}15\}+\frac{1}{5}P$

$+r\{121\}-2\breve{P}2$
$-\frac{1}{3}r\{\bar{1}23\}+\frac{2}{3}\breve{P}2$
$+\frac{1}{5}r\{125\}-\frac{2}{5}\breve{P}2$
$-\frac{1}{7}r\{\bar{1}27\}+\frac{2}{7}\breve{P}2$
$+m\{321\}-3\bar{P}\frac{3}{2}$
$-m\{\bar{3}21\}+3\bar{P}\frac{3}{2}$
$-\frac{1}{5}m\{\bar{3}25\}+\frac{3}{5}\bar{P}\frac{3}{2}$
$+\frac{1}{7}m\{327\}-\frac{3}{7}\bar{P}\frac{3}{2}$
$+\frac{1}{11}m\{3.2.11\}-\frac{3}{11}\bar{P}\frac{3}{2}$
$-\frac{1}{2}l\{\bar{2}12\}+\bar{P}2.$

Von diesen Formen sind die folgenden sechs neu: $-\frac{1}{2}n\{\bar{1}12\}$, $+\frac{1}{5}n\{115\}$. $-\frac{1}{3}n\{\bar{1}15\}$, $+\frac{1}{7}m\{327\}$, $+\frac{1}{11}m\{3.2.11\}$, $-\frac{1}{2}l\{\bar{2}12\}$.

Bezüglich dieser Flächen wurden folgende Messungen angeführt:

		Gemessen:						Berechnet*):
$+\frac{1}{5}n$:	$A =$	$40^0 13'$	$39^0 56'$	$41^0 33'$	$40^0 33'$			$40^0 35'$
$-\frac{1}{5}n$:	$A =$	40 36	41 27	40 47	40 18	$40^0 38'$	$39^0 47'$	40 35
$+\frac{1}{5}n$:	$C =$	61 31						—
$\frac{1}{5}n$:	$\frac{1}{5}n =$	57 3	56 32					57 2
$+\frac{1}{7}m$:	$A =$	56 20	57 20	56 13	56 52			56 56
$+\frac{1}{11}m$:	$A =$	43 12	43 24	43 54	44 9			44 21
$+\frac{1}{7}m$:	$+\frac{1}{5}r =$	23 32	24 20	24 7	24 25			24 27

Für die beiden neuen Flächen $-\frac{1}{2}n$ und $-\frac{1}{2}l$, welche übrigens nur je einmal beobachtet worden sind, werden weder Messungen noch Zonenverband angeführt.

Zwillinge, auch polysynthetische, nach $A\{001\}$ kommen vor.

---

*) Aus dem Axenverhältnisse des Chondrodit vom Vesuv nach vom Rath.

Die Krystalle sind sehr häufig monosymmetrisch ausgebildet, indem vorn und hinten verschiedene Flächen auftreten.

Die Ebene der optischen Axen ist einem negativen Orthodoma parallel und macht mit der a-Axe einen Winkel von $27^0 30'$. Die Symmetrieaxe ist spitze Bisectrix und positiv.

Der optische Axenwinkel ergab sich in Kaliumquecksilberjodidlösung (mit dem Brechungsexponenten 1,6703 für Na-Licht) zu:

$2H_{aLi} = 78^0\ 7'$	$2H_{oLi} = 98^0\ 6'$	$2V_{Li} = 79^0 40'$
$2H_{aNa} = 77\ 50$	$2H_{oNa} = 97\ 45$	$2V_{Na} = 79\ 40$
$2H_{aTl} = 77\ 32$	$2H_{oTl} = 97\ 29$	$2V_{Tl} = 79\ 38$

Dispersion scheint $\varrho > v$ zu sein. $\beta_{Na} = 1,659$.

5. Klinohumit. Die Krystalle dieses Typus sind seltener als diejenigen der anderen Typen, denen sie sich übrigens in Farbe und Umwandlung ganz anschliessen. 26 Formen — alle schon am vesuvischen Klinohumit beobachtet — kommen hier vor:

$A\{001\}\ 0P$	$-\frac{1}{3}e\{\bar{1}03\}+\frac{1}{3}\bar{P}\infty$	$+r\{121\}-2\breve{P}2$
$C\{010\}\ \infty\breve{P}\infty$	$+\frac{1}{5}e\{105\}-\frac{1}{5}\bar{P}\infty$	$-\frac{1}{3}r\{\bar{1}23\}+\frac{2}{3}\breve{P}2$
$\frac{1}{2}o\{110\}\ \infty P$	$-\frac{1}{5}e\{\bar{1}05\}+\frac{1}{5}\bar{P}\infty$	$+\frac{1}{5}r\{125\}-\frac{2}{5}\breve{P}2$
$i\{012\}\ \frac{1}{2}\breve{P}\infty$	$+\frac{1}{9}e\{109\}-\frac{1}{9}\bar{P}\infty$	$-\frac{1}{7}r\{\bar{1}27\}+\frac{2}{7}\breve{P}2$
$\frac{1}{2}i\{014\}\ \frac{1}{4}\breve{P}\infty$	$+n\{111\}-P$	$+\frac{1}{9}r\{129\}-\frac{2}{9}\breve{P}2$
$\frac{1}{3}i\{016\}\ \frac{1}{6}\breve{P}\infty$	$-n\{\bar{1}11\}+P$	$-\frac{1}{11}r\{\bar{1}.2.11\}+\frac{2}{11}\breve{P}2$
$+e\{101\}-\bar{P}\infty$	$+\frac{1}{3}n\{113\}-\frac{1}{3}P$	$-m\{\bar{3}21\}+3\bar{P}\frac{3}{2}$
$-e\{\bar{1}01\}+\bar{P}\infty$	$-\frac{1}{3}n\{\bar{1}13\}+\frac{1}{3}P$	$-\frac{1}{9}m\{\bar{3}29\}+\frac{1}{3}\bar{P}\frac{3}{2}$.
$+\frac{1}{3}e\{103\}-\frac{1}{3}\bar{P}\infty$	$+\frac{1}{5}n\{115\}-\frac{1}{5}P$	

Die Fläche $C\{010\}$ ist sehr selten und immer klein; $A\{001\}$ dagegen kommt an allen Krystallen vor. Gewöhnlich sind die Krystalle linsenförmig durch Herrschen der e-Zone. Sie schliessen sich den Klinohumiten vom Vesuv mehr als denjenigen von Tilly Foster an — also umgekehrt gegen das, was bei Humit und Chondrodit der Fall war. Zwillinge wurden nicht beobachtet.

Die optische Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene und einem negativen Orthodoma, das mit der a-Axe 12^0—15^0 einschliesst, parallel. Spitze Bisectrix ist positiv. Optische Axenwinkel (in Kaliumquecksilberjodidlösung mit $n = 1,6703$):

$2H_{aLi} = 76^0 40'$	$2H_{oLi} = 103^0 48'$	$2V_{Li} = 76^0 29'$
$2H_{aNa} = 76\ 27$	$2H_{oNa} = 103\ 35$	$2V_{Na} = 76\ 27$
$2H_{aTl} = 76\ 16$	$2H_{oTl} = 103\ 22$	$2V_{Tl} = 76\ 24$

6. Långbanit von der Långbansgrube. Ausser den schon durch die Mittheilung des Verf. in Geol. Fören Förh.*) bekannt gewordenen Thatsachen wird hier nur eine Beschreibung einiger jüngst aufgefundenen Krystalle gegeben, welche einen ausgeprägten rhomboëdrischen Habitus aufweisen. Es kommen an diesen Krystallen ferner die neuen Flächen $k\{10\bar{1}3\}+\frac{1}{3}R$ und $l\{4\bar{5}13\}-R\frac{5}{3}$ vor. Auch das Prisma $s\{41\bar{5}0\}\infty P\frac{5}{4}$ wird als neu aufgeführt, dasselbe ist jedoch schon von Flink beobachtet (diese Zeitschr. **15**, 93). $k\{10\bar{1}3\}$ ist bestimmt worden aus ihrer Lage in der Zone $[(10\bar{1}\bar{1})\ (0001)]$ und aus den Messungen:

*) In dem Aufsatze des Ref. über dasselbe Thema eingehend besprochen (diese Zeitschr. 1891, **19**, 276).

$(0001):(10\bar{1}3) = 32^\circ 40', 32^\circ 18'$ (gemessen), $32^\circ 19'$ (berechnet);

sowie $l(4\bar{5}13)$ aus ihrer Lage in den Zonen $[(2\bar{1}\bar{1}0)(0\bar{1}11)]$ und $[(1\bar{1}00)(1\bar{2}13)]$. Für das Prisma werden folgende Messungen mitgetheilt:

$(10\bar{1}0):(41\bar{5}0) = 10^\circ 9', 11^\circ 1', 10^\circ 57'$ (gemessen); $10^\circ 53\frac{1}{2}'$ (berechnet)
$(11\bar{2}0):(41\bar{5}0) = 19\ 14\quad 19\ 6\quad 19\ 3$ - ; $19\ 6\frac{1}{2}$ -

Der unzweifelhaft nahen chemischen Verwandtschaft des Långbanits zu Eisenglanz und Titaneisen suchte Verf. in der vorigen Mittheilung dadurch Ausdruck zu geben, dass er die c-Axe des Långbanits mit $\frac{5}{6}$ multiplicirte und so den Werth $c = 1,3697$ bekam. Von dem Scheitern dieses Versuches, den Långbanit in die Eisenglanzgruppe einzureihen, scheint sich der Verf. jetzt überzeugt zu haben, meint aber, dass der Unterschied zwischen den Axenverhältnissen des Långbanits (1 : 1,6437) und des Eisenglanzes (1 : 1,3656) nicht so gross sei, dass nicht noch eine Isomorphie der beiden angenommen werden kann. Ref. möchte vor einer solchen Erweiterung des Isomorphiebegriffes warnen. Der Långbanit lässt sich, wie vom Ref. a. a. O. hervorgehoben, geometrisch nicht ungezwungen in die Eisenglanzgruppe einpassen, sondern schliesst sich durch sein Axenverhältniss ($1 : 2 \times 0,8219$) geometrisch der Kalkspathreihe an. Natürlicherweise gehört er jedoch nicht — ebensowenig wie $NaNO_3$ — der »Gruppe der rhomboëdrischen Carbonate« an!

7. Svabit, ein neues Glied der Apatitgruppe*). Das nach einem schwedischen Mineralogen und Metallurgen des vorigen Jahrhunderts, Bergrath Anton Svab, benannte Mineral kommt sowohl in der Hartigsgrube bei Pajsberg, als bei Jakobsberg vor. An der erstgenannten Localität begleitet es Schefferit, Granat, Brandtit und Sarkinit und gehört zu derselben Generation wie die beiden letzteren; bei Jakobsberg kommt es mit Hausmannit zusammen vor, und zwar sowohl krystallisirt als derb.

Krystallisirt hexagonal (vielleicht pyramidal-hemiëdrisch?).

Axenverhältniss: $a : c = 1 : 0,7143$.

Auftretende Formen: $a\{10\bar{1}0\}\infty P$, $x\{10\bar{1}1\}P$, $v\{11\bar{2}1\}P2$, $c\{0001\}0P$.

Die Krystalle sind prismatisch nach der Verticalzone, die Basis ist, wenn überhaupt vorhanden, immer klein.

	Gemessen im Mittel: 1.	2.	Berechnet:
$(10\bar{1}0):(10\bar{1}1) =$	$50^\circ 28'$	$50^\circ 30'$	$50^\circ 29'$
$(10\bar{1}1):(\bar{1}011) =$	78 46	78 36	79 2
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) =$	—	36 10	36 20
$(10\bar{1}1):(11\bar{2}1) =$	—	17 36	18 10

Spaltbarkeit nach ∞P. Optisch einaxig; Doppelbrechung schwach und negativ.

Der krystallisirte Svabit von Harstigen (spec. Gew. 3,52) wurde von R. Mauzelius mit den folgenden Resultaten analysirt:

*) Siehe diese Zeitschr. 28, 159.

Ungelöst	2,1	—	
As_2O_5	52,2	0,227	3
$Fe_2O_3 + P_2O_5$	0,9	—	
CaO	42,5	0,759	10,26
MgO	0,7	0,070	
PbO	Spur		
H_2O	1,0	0,056	0,78
Cl	0,1	0,002	
	99,5		

Die Analyse wurde mit nur 0,1390 g ausgeführt. Fluor wurde qualitativ nachgewiesen, aber nicht quantitativ bestimmt.

Von der derben Varietät von Jakobsberg wurden ebenfalls von R. Mauzelius zwei Analysen gemacht: 1. (sp. Gew. 3,77) und 2. (sp. Gew. 3,82).

	1.			2.		
As_2O_5	51,05	0,222	3	50,92	0,221	3
P_2O_5	0,38	0,003		Spur	—	
SO_3	0,69	0,009	1,03	0,57	0,007	1,36
Cl_2	0,12	0,002		0,08	0,001	
Fl_2	1,99	0,052		2,80	0,074	
H_2O	0,25	0,014		0,33	0,018	
PbO	3,02	0,014	10,6	4,52	0,020	10,8
FeO	0,08	0,001		0,14	0,002	
MnO	0,26	0,004		0,19	0,003	
CaO	42,07	0,751		37,22	0,665	
MgO	0,52	0,013		3,90	0,097	
K_2O	0,30	0,003		0,28	0,003	
Na_2O	0,56	0,009		0,39	0,006	
	101,29			101,34		
$O = Fl_2Cl_2$	0,87			1,20		
	100,42			100,14		

Sämmtliche Analysen führen zu der Formel

$$FlCa_5As_3O_{12},$$

worin *Fl* zum Theil durch *Cl* und *HO* und *Ca* durch *Pb*, *Mg* und Alkalien ersetzt wird. Der Svabit ist also der Hauptsache nach als ein Fluorapatit mit *As* statt *P* zu bezeichnen.

8. Adelit, ein neues basisches Arseniat von Nordmarken, Jakobsberg und Långban, Wermland. Zu dem in dieser Zeitschr. 28,158 nach »Geol. Fören Förh.« gegebenen Resultate ist hinzuzufügen:

An dem neuesten Fundorte, Jakobsberg, ist krystallisirter Adelit angetroffen worden. Die Krystalle erlauben keine guten Messungen, doch ergiebt sich, dass sie monosymmetrisch sind mit dem Axenverhältniss

$$a : b : c = 1,0989 : 1 : 1,5642; \beta = 73^\circ 15'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}\infty P\infty$, $c\{001\}0P$, $M\{110\}\infty P$, $f\{011\}R\infty$, $d\{\bar{2}21\}+2P$.

		Gemessen:			Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0)	= 87° 0′	86°56′	87°12′	87°20′	87° 5′
(001):(110)	= 79 3	79 5	—	—	78 33
($\bar{1}$10):($\bar{2}$21)	= 24 58	25 15	—	—	24 45
(001):(100)	= 73 15	—	—	—	73 15
(001):(011)	= 56 27	—	—	—	56 17
(001):($\bar{2}$21)	= 76 26	—	—	—	75 27

Die Krystalle sind entweder tafelförmig nach {001} oder prismatisch nach der Verticalzone.

Der Adelit ist optisch zweiaxig mit starker Doppelbrechung. Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene; die spitze Bisectrix ist positiv und liegt im stumpfen Winkel β 38°45′ gegen die c-Axe geneigt. Optischer Axenwinkel für Natriumlicht in Kaliumquecksilberjodidlösung mit $n = 1,6703 = 58°47'$. Die Dispersion $\varrho > v$.

Eine von Mauzelius ausgeführte chemische Analyse dieser Varietät zeigte:

As_2O_5	48,52
PbO	2,41
FeO	0,09
MnO	1,27
CaO	23,13
MgO	19,25
H_2O	3,99
SiO_2	1,88
	100,54

Spuren von SO_3 und Cl wurden auch nachgewiesen. Die Kieselsäure wird als Verunreinigung betrachtet. Die Analyse stimmt mit den älteren und führt zu der Formel

$$\left.\begin{matrix} HO, Mg \\ Ca \end{matrix}\right\} AsO_4 .$$

Es wird schliesslich auf die Verwandtschaft des Adelits, in chemischer und krystallographischer Beziehung, mit der Wagneritgruppe hingewiesen.

Ref.: H. Bäckström.

4. O. **Nordenskjöld** (in Upsala): **Krystallographische Untersuchung einiger *o*-Nitro- und *o*-Amidobenzylderivate** (Bull. Geol. Instit. Upsala, 1892, S. 84). Sämmtliche Substanzen wurden von O. Widman dargestellt (Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1890).

1. o-Nitrobenzylanilin, $C_6H_4(NO_2)CH_2NHC_6H_5$.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 1,236 : 1 : 0,726.$$

$A = 100°38'$	$\alpha = 100°42'$
$B = 88\ 0$	$\beta = 87\ 40$
$C = 88\ 26$	$\gamma = 88\ 2$

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {1$\bar{1}$0}, {010}, {001}, {0$\bar{1}$1}, {$\bar{2}$11}, {$\bar{2}\bar{1}$1}.

	Gemessen:	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$ =	77° 24′	3	77° 13′ — 77° 43′	77° 30′
$(110):(100)$ =	50 41	4	50 22 — 50 38	—
$(1\bar{1}0):(100)$ =	52 4	3	51 47 — 52 14	51 58
$(110):(001)$ =	97 24	1	—	96 57
$(100):(010)$ =	88 26	2	88 20 — 88 32	—
$(\bar{1}00):(010)$ =	91 34	2	91 21 — 91 47	—
$(100):(001)$ =	88 0	1	—	—
$(\bar{1}00):(001)$ =	91 59	1	—	—
$(001):(010)$ =	100 38	1	—	—
$(110):(010)$ =	37 54	2	37 43 — 38 4	—
$(\bar{1}10):(010)$ =	39 33	2	39 7 — 40 0	39 36
$(0\bar{1}1):(100)$ =	89 16	1	—	—
$(0\bar{1}1):(001)$ =	32 11	1	—	31 24
$(0\bar{1}1):(0\bar{1}0)$ =	47 11	1	—	—
$(\bar{2}11):(110)$ =	100 39	1	—	100 38
$(\bar{2}11):(001)$ =	57 47	1	—	58 16
$(\bar{2}11):(010)$ =	—	—	—	71 15
$(\bar{2}11):(100)$ =	134 18	1	—	134 28
$(\bar{2}11):(\bar{2}\bar{1}1)$ =	51 1	1	—	—
$(\bar{2}\bar{1}1):(\bar{1}00)$ =	50 17	2	50 3 — 50 32	49 37

Braungelbe, glasglänzende Krystalle von etwas prismatischem Habitus. Dieselbe Substanz ist früher von C. Klein krystallographisch untersucht worden. Derselbe beobachtete zwei Modificationen, von welchen die asymmetrische das Axenverhältniss $a:b:c = 1{,}6764:1:?$; $A = 108°\,10'$, $B = 134°\,6'$, $C = 88°\,50'$ besass. Es wurden demnach von Klein die hier als $\{100\}$, $\{010\}$ und $\{2\bar{1}1\}$ bezeichneten Flächen zu Axenebenen genommen.

2. *o*-Nitrobenzyl-*p*-toluidin, $C_6H_4(NO_2)CH_2NHC_6H_4CH_3$.

Krystallsystem: Tetragonal.

$$a:c = 1:0{,}623.$$

Beobachtete Form: $\{111\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(11\bar{1})$ =	97° 11′	—
$(111):(1\bar{1}1)$ =	55 56	55° 47′

Sehr oft sind vier der Pyramidenflächen grösser als die vier übrigen (nach Art der sphenoidischen Hemiëdrie?). Optisch einaxig und positiv.

3. *o*-Nitrobenzyl-*p*-bromanilin, $C_6H_4(NO_2)CH_2NHC_6H_4Br$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0{,}944:1:1{,}963;\ \beta = 88°\,17'.$$

Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{100\}$ (?).

	Gemessen:	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Berechnet:
$(001):(110)$ =	90° 57′	1	—	91° 15′
$(001):(\bar{1}10)$ =	88 27	1	—	88 45

	Gemessen:	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Berechnet:
(001):(011)	= 63° 0′	1	—	—
(110):(1$\bar{1}$0)	= 86 40	4	86°10′—87°29′	—
(110):(010)	= 46 40	8	46 0 — 47 35	—
(110):(011)	= 51 59	2	51 0 — 52 37	51°50′

Braungelbe, glänzende Krystalle von prismatischem Habitus. Auslöschungsschiefe (wohl auf 010?) 27° gegen die Verticalaxe.

4. *o*-Nitrobenzylacetanilin, $C_6H_4(NO_2)CH_2N(C_2H_3O)C_6H_5$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,1866 : 1 : 0,9614; \ \beta = 83^\circ 51'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {011}, {$\bar{1}$01}.

	Gemessen:	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Berechnet:
(100):(001)	= 83°51′	10	83°26′—84°32′	—
(100):(110)	= 49 43	8	49 0 — 50 40	—
(110):($\bar{1}$10)	= 80 34	4	80 9 — 80 49	—
(100):(10$\bar{1}$)	= 54 35	10	54 1 — 55 8	—
(001):($\bar{1}$01)	= 41 34	10	41 10 — 42 0	—
(100):(011)	= 85 39	4	84 33 — 86 45	85°33′
(001):(011)	= 44 20	4	42 57 — 45 43	43 41

Auslöschungsschiefe (auf welcher Fläche? — auf 110?) 15° gegen die Verticalaxe. Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht gegen die Symmetrieebene.

5. *o*-Amidobenzylacet-*p*-toluidin, $C_6H_4(NH_2)CH_2N(C_2H_3O)C_6H_4CH_3$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 3,278 : 1 : 3,398; \ \beta = 79^\circ 33'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {$\bar{1}$01}, {101}, {112}.

	Gemessen:	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Berechnet:
(100):(001)	= 79°33′	3	79°18′—79°50′	—
(100):(110)	= 72 46	8	72 18 — 73 26	—
(001):(101)	= 40 38	2	40 27 — 40 49	—
(001):($\bar{1}$01)	= 50 53	2	50 46 — 51 0	51°41′
(001):(112)	= 58 29	1	—	57 57
($\bar{1}$01):(112)	= 81 46	1	—	—
(001):(1$\bar{1}$0)	= 87 2	1	—	86 55

Farblose, grosse Krystalle von etwas prismatischem Habitus. Auslöschungsschiefe (auf 110?) 13° gegen die Verticalaxe.

6. *o*-Amidobenzylacet-*p*-bromanilin, $C_6H_4(NH_2)CH_2N(C_2H_3O)C_6H_4Br$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,505 : 1 : 0,5378; \ \beta = 81^\circ 24'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {$\bar{1}$11}.

	Gemessen:	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Berechnet:
(100):(001) =	81° 24′	3	80° 32′ — 82° 13′	—
(100):(110) =	56 6	8	55 49 — 56 56	—
(110):(1̄10) =	67 48	4	67 5 — 68 2	—
(001):(110) =	85 38	2	85 35 — 85 41	85° 13′
(1̄11):(001) =	34 0	1	—	—

Auslöschungsschiefe auf der (angeschliffenen?) Symmetrieebene 36° 50′ gegen die Verticalaxe.

7. *o*-Acetamidobenzylacetanilid, $C_6H_4(NHC_2H_3O)CH_2N(C_2H_3O)C_6H_5$.

Krystallisirt tetragonal mit {111} als einzige auftretende Form. Schliesst sich in Winkelwerthen, Form und Aussehen dem chemisch vollständig abweichenden *o*-Nitrobenzyl-*p*-toluidin an, sodass Verf. sie für isomorph hält und das Axenverhältniss des letzteren auch für die erstgenannte Substanz annimmt: $a:c = 1:0,623$.

	Gemessen:	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Berechnet:
(111):(111̄) =	96° 58′	4	96° 39′ — 97° 19′	97° 11′
(111):(11̄1) =	56 38	4	56 17 — 57 0	55 47

Es lag nur ein einziger Krystall vor. [Sollte vielleicht eine Verwechselung vorliegen?]

Ref.: H. Bäckström.

5. **A. von Schultén** (in Helsingfors): **Darstellung von krystallisirtem Cadmiumcarbonat** (Öfvers. Finska Vet.-Soc. Förh. 1891—1892, **34**, 98). — Verf. fällt Cadmiumchloridlösung mit Ammoniumcarbonat im Ueberschuss, setzt Ammoniak bis zur Lösung des ausgefällten Cadmiumcarbonates hinzu und erhitzt die in einem hohen, schmalen Becherglase befindliche Lösung mehrere Tage auf dem Wasserbade. Das Cadmiumcarbonat scheidet sich dann in 0,1—0,2 mm grossen, durchsichtigen Rhomboëdern ab. Der spitze ebene Winkel einer Rhomboëderfläche wurde zu 77° 30′ gemessen, woraus sich der Polkantenwinkel des Rhomboëders zu 100° 15′ ergiebt, entsprechend $-2R$ bei Kalkspath 101° 9′. Dieselbe Methode wurde vom Verf. für die Darstellung des Malachits benutzt*).

Ref.: H. Bäckström.

6. **O. Mügge** (in Münster): **Ueber den Krystallbau der pyrogenen Quarze** (N. Jahrb. für Mineral., Geol. u. s. w. 1892, **1**, 1—11). — Verf. untersuchte Quarze, die in nachstehend aufgeführten Gesteinen als Gemengtheile enthalten waren, durch Aetzen mit Flusssäure auf Zwillingsbildung. 1. Von Elvan Gwennap, Cornwall; 2. von Irremoor Bridge, Whithiel, Cornwall; 3. Feldsteinporphyr von Hardt bei Kreuznach; 4. von Auersberg bei Stolberg, Harz; 5. Liparit von Schemnitz, Ungarn; 6. Gestein vom Raubschlösschen bei Weinheim; 7. Granophyr vom Luganer See; 8. Ganggranit von der Bergstrasse, Thal von Gross-Sachsen; 9. Granitporphyr von Ernsthofen, nördlicher Odenwald; 10. Quarzporphyr von Auer bei Bozen; 11. Porphyr von Schriesheim, nördlicher Odenwald; 12. brauner Porphyr zwischen Rovio und Menaggio, Luganer

*) Diese Zeitschr. **20**, 632.

See; 12. Quarzporphyr von Colmnitz, Sachsen. Die Untersuchung wurde in der Weise angestellt, dass je nach der Grösse der zu untersuchenden Quarze aus dem Gestein Schnitte von 0,5—0,1 mm Dicke hergestellt, beiderseits fein geschliffen (nicht polirt) und ca. 24 Stunden mit 40 proc. Flusssäure bei Zimmertemperatur behandelt wurden. Die hierbei vollständig zerfallenden Schliffe wurden mehrfach mit Salzsäure erhitzt und so die Quarze in kleinen, optisch fast ausnahmslos homogenen Täfelchen und Körnchen, gemengt mit leicht erkennbarem Turmalin, Flussspath, Zirkon erhalten. Die kleinsten zur Untersuchung gelangenden Quarztäfelchen waren $\frac{1}{3}$ mm gross. Bei der vielfach wechselnden Form der Aetzfiguren wurde ein Mikroskop zum Umlegen und dabei eine vertical verschiebbare Flamme benutzt, um durch Wechsel des Incidenzwinkels beim Drehen des Objecttisches die Blättchen zum Reflex zu bringen. Die Zwillingsverwachsung wurde meist durch den im auffallenden Lichte durch die Aetzfiguren hervorgerufenen Schimmer, in besonderen Fällen an der Gestalt und Lage der Aetzfiguren, theils auch an Schnitten parallel (0001) durch Bestimmung des Drehungsvermögens zu ermitteln gesucht. Es ergab sich, dass von 888 Plättchen 382 einfache Krystalle und 506 Zwillinge darstellten. Von den letzteren erwiesen sich nur 12 als Zwillinge rechter und linker, die übrigen als solche gleichdrehender Individuen. Die Zahl der rechten und linken einfachen und Zwillingskrystalle war ungefähr gleich gross. Bemerkenswerth ist hiernach, dass die Verwachsung von Rechts- und Linksquarzen, welche bei manchen Vorkommnissen von aus wässeriger Lösung entstandenen Quarzen die Regel bilden, bei pyrogenen so selten und die Zahl der einfachen Individuen viel geringer, als die der Zwillinge ist.

Ref.: H. Traube.

7. F. Rinne (in Berlin): **Ueber Beziehungen zwischen den Mineralien der Heulandit- und Desmingruppe** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1892, 1, 12—44, mit 1 Taf. u. 3 Holzschn.). — Um die Mineralien der Heulanditgruppe Heulandit, Brewsterit, Epistilbit sowohl unter sich, als auch mit denen der Desmingruppe mit Harmotom, Phillipsit, Desmin in krystallographische Beziehung zu bringen, schlägt Verf. folgende Aufstellung vor.

Heulandit. $M = \{010\}\infty\grave{P}\infty$ bleibt erhalten, die Flächen $N = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $P = \{\bar{1}01\}\bar{P}\infty$, $T = \{001\}0P$, $z = \{\bar{2}21\}2P$, $r = \{021\}2\grave{P}\infty$, $u = \{\bar{2}23\}\frac{2}{3}P$, der bisher am meisten üblichen Aufstellung, werden $N = \{\bar{1}02\}\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $P = \{101\}-\bar{P}\infty$, $T = \{\bar{2}01\}2\bar{P}\infty$, $z = \{011\}\grave{P}\infty$, $r = \{\bar{2}31\}2\bar{P}\frac{2}{3}$, $u = \{431\}-4\bar{P}\frac{4}{3}$.

Brewsterit. $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $g = \{110\}\infty P$, $P = \{010\}\infty\grave{P}\infty$, $d = \{016\}\frac{1}{6}\grave{P}\infty$ der bisher üblichen Aufstellung werden zu $a = \{001\}0P$, $g = \{101\}\grave{P}\infty$, $P = \{010\}\infty\grave{P}\infty$, $d = \{\bar{8}14\}2\bar{P}8$.

Epistilbit. $M = \{110\}\infty P$, $t = \{001\}0P$, $r = \{010\}\infty\grave{P}\infty$, $u = \{011\}\grave{P}\infty$, $s = \{\bar{1}12\}\frac{1}{2}P$ der gewöhnlichen Aufstellung werden zu $M = \{001\}\grave{P}\infty$, $t = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $r = \{010\}\infty\grave{P}\infty$, $u = \{110\}\infty P$, $s = \{\bar{2}11\}2\bar{P}2$.

Die Axenverhältnisse dieser drei Mineralien gestalten sich hierbei folgendermassen:

	$a:b:c$	β
Heulandit	$a:b:c = 0{,}5724 : 1 : 0{,}4888$;	$\beta = 55^{0}36'$
Brewsterit	$= 0{,}5602 : 1 : 0{,}4819$;	$= 57\ 36$
Epistilbit	$= 0{,}5801 : 1 : 0{,}5043$;	$= 54\ 43$

Es wird insbesondere darauf hingewiesen, dass bei den Formen $\{\bar{2}11\}2\bar{P}2$

und $\{431\}$ — $4P\frac{4}{3}$ am Epistilbit und Heulandit, von denen erstere nur am Epistilbit, letztere nur am Heulandit auftritt, nicht nur der Winkel ihrer klinodiagonalen Polkanten, sondern auch die Neigung zur Verticalaxe gemeinsam ist.

Eine geometrische Beziehung der Mineralien der Heulandit- zu denen der Desmingruppe wird ersichtlich, wenn man die c-Axen von Harmotom, Phillipsit und Desmin um die Hälfte verkürzt, es ergiebt sich dann:

	$a:b:c$		β
Heulandit	$a:b:c$ = 0,5724 : 1 : 0,4888;		β = 55° 36′
Brewsterit	= 0,5602 : 1 : 0,4819		= 57 36
Epistilbit	= 0,5801 : 1 : 0,5043		= 54 43
Harmotom	= 0,7031 : 1 : 0,6155		= 55 10
Phillipsit	= 0,7095 : 1 : 0,6281		= 55 37
Desmin	= 0,7624 : 1 : 0,5969		= 50 49

In einer besonderen Tabelle werden die wichtigsten Winkel dieser Mineralien unter einander und mit denen des Adular verglichen. Auf die Winkelähnlichkeit von Adular und Heulandit hatte Verf. schon früher hingewiesen (diese Zeitschr. 21, 412). Auch die chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Zeolithe zeigen nahe Beziehungen zu einander. Verf. adoptirt für den Heulandit die zuerst von Jannasch (diese Zeitschr. 8, 429; 15, 118) aufgestellte Formel $(\overset{II}{R}\overset{I}{R}_2)Al_2Si_6O_{16} + 6H_2O$, die auch dem Desmin zukommt, zu welchem der Heulandit im Verhältniss der Morphotropie steht. Der bisweilen geringere Gehalt an SiO_2 und H_2O soll ähnlich, wie es Fresenius (diese Zeitschr. 8, 42) annimmt, auf einer Beimischung eines Silicates $R_2Al_2Al_2Si_4O_{16} + 6H_2O$ beruhen. Dass der Heulandit in der That 6 Mol. H_2O und nicht 5 enthält, wie es Bodewig (diese Zeitschr. 8, 64; 10, 277) annimmt, welcher das über Chlorcalcium entweichende Wasser als hygroskopisch ansah, wird dadurch bewiesen, dass der Heulandit durch den Verlust des Wassers über Chlorcalcium eine bedeutende Aenderung seiner optischen Eigenschaften erleidet, das so entweichende Wasser muss also zur Constitution des Minerals gehören.

Vom Brewsterit von Strontian wird eine neue, von Jannasch ausgeführte Analyse mitgetheilt; unter II stehen die auf 100 berechneten Zahlen.

	I.	II.
SiO_2	52,66	52,51
Al_2O_3	16,38	16,33
Fe_2O_3	Spur	Spur
BaO	5,93	5,91
SrO	9,21	9,19
CaO	0,87	0,87
MgO	Spur	Spur
K_2O	0,36	0,36
Na_2O	1,00	1,00
Li_2O	Spur	Spur
H_2O	13,88	13,83
	100,29	100,00

I.

Ueb. Chlorcalcium	verloren	1,0378 g	nach	96	Stund.	0,60 %	Wasser, weiter
- Phosphorsäureanhydrid	-	-	-	48	-	1,23 -	-
Bei 100°—110°	-	1,0354 -	-	10	-	1,74 -	-

Bei 170°—175°	verloren 1,0354 g	nach 3 Stund.	5,51 %	Wasser
- 200°—210°	- -	- - 10 -	6,78 -	-
- 250°—260°	- -	- —	8,93 -	-
- 340°—350°	- -	- —	9,18 -	-

Das bei 350° getrocknete Mineralpulver nimmt an der feuchten Luft fast alles Wasser wieder auf, nach vier Wochen fehlte an dem ursprünglichen Gewicht nur etwas über 1 %.

Dieses Material verlor über	Chlorcalcium	nach 40 Stunden	0,48 % H_2O
- - - -	Phosphorsäureanhydrid	- mehr. Tagen	0,83 - -

II.

Ueber Chlorcalcium	verloren	1,2078 g nach	4	Stunden	0,25 % H_2O
- -	-	- - -	20	-	0,35 - -
weiter über concentr. Schwefelsäure	-	- - -	8	-	0,58 - -
- - - -	-	- - -	24	-	0,76 - -
- - - -	-	- - -	48	-	0,86 - -
- - - -	-	- - -	144	-	1,03 - -
- - - -	-	- - -	350	-	1,11 - -
- - - -	-	- - -	250	-	1,13 - -
bei 100°—105°	-	- - -	2	-	1,42 - -
- -	-	- - -	6	-	1,49 - -
- 125°—135°	-	- - -	2	-	2,53 - -
- 135°—160°	-	- - -	6	-	3,76 - -
- -	-	- - -	15	-	3,81 - -
- 175°—180°	-	- - -	8	-	5,12 - -
- 190°—195°	-	- - -	3	-	5,83 - -
- 200°—205°	zeigten	- - -	3	-	keine Abnahme
- 225°—230°	verloren	- - -	3	-	7,63 % H_2O
- 240°—255°	-	- - -	12	-	8,51 - -
- schwacher Rothgluth	-	- -	—		12,67 - -
- voller Flamme	-	- -	—		13,74 - -
vor dem Gebläse	-	- -	—		13,88 - -

Aus den Analysenresultaten wird als wahrscheinlichste Formel $RAl_2Si_6O_{16} + 5\frac{1}{2}H_2O$ (worin $R = Sr, Ba, Ca, Na_2, K_2$), welche der des Heulandits sehr nahe steht; der geringe Unterschied im Wassergehalt ist vielleicht auf einen kleinen Wasserverlust im Analysenmaterial des Brewsterits zurückzuführen. Die gleiche Formel möchte Verf. auch dem Epistilbit nach den Analysen von Jannasch (diese Zeitschr. **11**, 331) zuschreiben. Sonach ergiebt sich:

Heulandit	$RAl_2Si_6O_{16} + 6H_2O$,	$R = Ca, Sr, Na_2, K_2, Li_2$:
Epistilbit	$RAl_2Si_6O_{16} + 5\frac{1}{2}H_2O$,	$R = Ca, Na_2, K_2, Li_2$;
Brewsterit	- -	$R = Sr, Ba, Ca, Na_2, K_2$.

In den physikalischen Eigenschaften zeigt sich in der Spaltbarkeit noch $\{001\}0P$ eine Uebereinstimmung bei den Mineralien der Heulandit- und Desmingruppe, die bei den letzteren allerdings weniger vollkommen ist. Die Ebene der optischen Axen liegt in der Symmetrieebene $\{100\}\infty P\infty$ bei Epistilbit und Desmin, senkrecht zu dieser Ebene bei Heulandit, Brewsterit, Phillipsit, Harmotom. Bemerkenswerth ist die Gleichheit in der Lage der Ebene ac bei Epistilbit und

Desmin, bei ersterem legt sich die Axe c, bei letzterem die Axe a der Kante nach {001}0P an, die im stumpfen resp. spitzen Winkel β liegen.

Verf. untersuchte weiter den Brewsterit in den zu einer fortlaufenden Reihe vereinigten Spaltblättchen, es ergab sich, dass wie beim Heulandit, für die optische Structur (Feldertheilung) die Formausbildung der Krystalle wesentlich ist. Die Flächen senden Sectoren ins Innere, deren Basis die natürliche Krystallfläche und deren Spitze der Krystallmitte zugewendet ist. Bisweilen tritt Zonarstructur und verschiedene Auslöschung innerhalb der einzelnen Felder auf. Im Gegensatz zu W. Klein (diese Zeitschr. **9**, 61), welcher fand, dass der Brewsterit bei 200° eine rhombische Gleichgewichtslage annehme, der ursprüngliche Zustand aber auch wiederkehre, wenn das Mineral vor der Wiederaufnahme des Wassers geschützt werde, die Veränderungen also nicht durch Wasserverlust, sondern durch Temperatureinfluss hervorgerufen werden, gelangte Verf. durch seine Untersuchungen zu dem Schlusse, dass eine Wiederaufnahme des verlorenen Wassers wie beim Heulandit nicht nur von Einfluss auf die Wiederherstellung der ursprünglich vorhandenen optischen Eigenschaften des Minerals ist, diese vielmehr zum grössten Theil vom Wassergehalte abhängig sind. In ausgekochten Canadabalsam unter Deckglas sorgfältig eingelegte auf 200° erhitzte Blättchen bewahrten wochenlang ihren rhombischen Zustand. Bis zur völligen Trübung erhitzte Brewsteritkrystalle sind monoklin, Ebene der optischen Axen ⊥ {100}∞P∞ im stumpfen Winkel β gelegen und ca. 33° mit der Axe a bildend. Negative Mittellinie ⊥ (100}∞P∞. Eine Feldertheilung fehlt beim Epistilbit, Desmin, Harmotom, Phillipsit. Verf. wiederholte die Erwärmungsversuche Hintze's (diese Zeitschr. **8**, 605) am Epistilbit, aus denen bereits hervorging, dass bei einer gewissen Temperatur rhombische Gleichgewichtslage eintreten müsse, bis zum Trübwerden und erreichte ein Verschwinden der Zwillingsgrenzen. Nach den ähnlichen Erscheinungen am Desmin (vergl. Langemann, diese Zeitschr. **18**, 590) können Desmin und Epistilbit als willkommene Zwischenglieder zwischen Heulandit und Brewsterit einerseits und Phillipsit und Harmotom andererseits betrachtet werden.

Ref.: H. Traube.

8. **A. Kenngott** (in Zürich): **Die Formel des vesuvischen Meionit** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1892, **1**, 49—53). — Durch Berechnung der Analysen von Rammelsberg, Stromeyer (cf. Rammelsberg, Mineralchemie, 1875, 2. Aufl., **1**, 463) und Neminar (diese Zeitschr. **1**, 515) gelangte Verf. zu dem Ergebniss, dass dem vesuvischen Meionit die Formel $Ca_7Al_{10}Si_{11}O_{22}$ zu Grunde liegt; Abweichungen hiervon sollen auf einer geringen Beimengung von Nephelin im Analysenmaterial beruhen.

Ref.: H. Traube.

9. **G. Bodlaender** (in Clausthal): **Entstehung von Melilith beim Brennen von Portland-Cement** (Ebenda 53—56).

J. H. L. Vogt (in Christiania): **Ueber die Zusammensetzung der Melilithmineralien** (Ebenda **2**, 73—75).

G. Bodlaender (in Clausthal): **Die Zusammensetzung des Meliliths** (Ebenda, 1893, **1**, 15—21).

Optisch positiver Melilith fand sich beim Entleeren einer Ringofenkammer in der Portlandcementfabrik Ascania in Nienburg a. d. Saale in einer porösen Masse in tafelförmigen Krystallen der Comb. {001}0P, {110}∞P, {100}∞P∞ und von

lichtbrauner Färbung, zusammen mit mikroskopischem Magnetit, dunkelbraunem Glimmer und Apatit. H. etwas über 5. Analyse (1). Der Melilith ist offenbar entstanden durch Einwirkung des eine Mischung von Kalkstein und Thon (60 % Monoxyde, 14 % Sesquioxyde, 23 % SiO_2) enthaltenden Rohmaterials auf die stark sauren Chamottesteine (63—88 % SiO_2, 5—30 % Al_2O_3). — Der Annahme J. H. L. Vogt's (diese Zeitschr. 21, 170), nach welcher der Melilith eine Mischung von Gehlenit $3RO.R_2O_3.2SiO_2$ und Åkermanit $4RO.3SiO_2$ darstellen soll, tritt Bodlaender nach den Resultaten seiner Analyse (1) entgegen. Der Vogt'schen Hypothese zufolge müsste sich aus dem Gehalt an $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ die Menge der damit zu Gehlenit verbundenen SiO_2 und der Monoxyde berechnen lassen, die restirenden Mengen von SiO_2 und von Monoxyden müssten zu einander im Verhältniss 3 : 4 stehen. Beides ist hier nicht der Fall. In einer Tabelle ist für die Melilithe, welche Vogt seiner Hypothese zu Grunde legte, der Werth des Sauerstoffverhältnisses im thonerdefreien Rest berechnet, der sich ergiebt, wenn man die hypothetische Gehlenitbeimengung in Abzug bringt. Diese Zahlen zeigen so grosse Unterschiede, dass die Vogt'sche Hypothese wenig wahrscheinlich und insbesondere die Annahme, der positive Charakter werde durch das Zurücktreten des Gehlenit- und Vorwiegen des Åkermanit-Gehalts bedingt, nicht begründet erscheint. Bodlaender ist eher geneigt, den positiven Charakter der Doppelbrechung durch den hohen Gehalt an MgO zu erklären. Es wurden von ihm weiter drei (2. 3. 4) Analysen von vesuvischem Melilith ausgeführt, deren Analysenmaterial sorgfältig optisch auf Reinheit geprüft worden war.

	1.	2.	3.	4.	Mittel von 2. 3. 4.
SiO_2	37,96	41,47	41,46	41,09	41,34
Al_2O_3	9,46	9,59	10,60	10,93	10.37
Fe_2O_3	2,93	4,81	4,65	3,40	4,29
CaO	34,75	33,38	33,37	34,78	33,84
MgO	12,77	6,00	5,50	5,87	5,79
K_2O	1,53	1,45	1,27	0,68	1,13
Na_2O	0,53	3,46	3,48	3,40	3,45
H_2O	—	—	—	0,24	0,08
	99,93	100,16	100,33	100,39	100,29
Spec. Gew.	2,96	2,917	2,932	2,945	2,931

Nach diesen Analysen sieht Bodlaender den Melilith nicht als einen einheitlich zusammengesetzten Körper an, sondern nimmt für ihn eine isomorphe Mischung aus zwei oder mehr chemischen Individuen an, deren Art sich nicht sicher feststellen lässt. Rechnet man die Sesquioxyde zu den Basen, so wäre der Melilith zwischen die Orthosilicate und die Metasilicate zu stellen. Für die bisher untersuchten künstlichen und natürlichen Melilithe ist in einer Tabelle das Verhältniss $SiO_2 : R_2O_3 : RO$ und das Verhältniss Sauerstoff der SiO_2 : Sauerstoff der Basen aufgeführt, aus der sich ergiebt, dass dieses Sauerstoffverhältniss zwischen 0,68—1,41 oder mit Berücksichtigung der von Vogt an Schmelzmassen angestellten Analysen zwischen 0,95 und 1,41 schwankt. Unter Vorbehalt wird von Bodlaender nach den bisherigen Analysen angenommen, dass die optisch-negativen Melilithe isomorphe (?) Mischungen eines Metasilicats der Formel $\overset{II}{R}SiO_3$ und des Aluminats $\overset{III}{R_2}O_4\overset{II}{R}$, die positiven solche desselben Silicats und des Aluminats $\overset{III}{R_2}O_6\overset{II}{R_3}$ darstellen. Auch der Gehlenit kann als eine Mischung der ersten Art aufgefasst werden.

Bodlaender weist die Einwürfe Vogt's, nach denen das Analysenmaterial von Nr. 1 stark verunreinigt, insbesondere aller Kalk und Magnesia von fremden Beimengungen herrühren solle und die angewandten Berechnungsmethoden die Fehlerquellen vervielfältigen müssten, zurück. Im Gehlenit ist das Verhältniss $RO : SiO_2 = 3 : 2 = 1,50$, im Åkermanit $4 : 3 = 1,33$. Wären die Melilithe Gemische aus diesen beiden Mineralen, so müsste bei ihnen der Werth jenes Verhältnisses zwischen 1,33 und 1,50 liegen, bei den optisch negativen näher an 1,50, bei den positiven näher an 1,33. Nur bei einem einzigen Melilith (Hochofenschlacke von Dudley) fällt dieses Verhältniss zwischen die für Gehlenit und Åkermanit bestehenden Grenzen, bei den übrigen Analysen widerspricht der Werth dieses Verhältnisses der Annahme einer Mischung von Gehlenit und Åkermanit.

Ref.: H. Traube.

10. **F. von Sandberger** (in Würzburg): **Mineralogische Notizen** (N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1892, 1, 67—69).

Hyalophan auf Klüften des Buntsandsteins am Steinberg bei Waldau unweit Furtwangen. — Hyalophan fand sich auf Klüften im Buntsandstein, in dünnen krystallinischen Ueberzügen von weisser Farbe, zum Theil auch in kleinen, stark angegriffenen Kryställchen.

Bemerkungen über das Vorkommen des Grammatits in dem Specksteinlager von Göpfersgrün bei Wunsiedel. — Verf. beschreibt eine von dieser Localität noch nicht bekannte Pseudomorphose von Speckstein nach Grammatit.

Ein Nocerin-ähnliches Mineral von Arendal in Norwegen. — Auf einer Babingtonitstufe von Arendal fand sich neben Hornblende und Epidot ein weisses Mineral in kleinen rauhflächigen Krystallen, welche der Combination $\{111\}P$, $\{021\}2\breve{P}\infty$ des Alstonits gleichen. H. = 4,5; Strichpulver weiss. Eine qualitative Prüfung ergab Fluor, Kalk, Magnesia, Natron, wenig Thonerde. Da das Mineral schwer schmelzbar ist, möchte Verf. es vom leichter schmelzbaren hexagonalen Nocerin trennen und schlägt den Namen Metanocerin vor.

Ref.: H. Traube.

11. **R. Beck** (in Leipzig): **Ueber Brookit als Contactmineral** (Ebenda 159—160). — In dem Knotenglimmerschiefer der Jonasmühle im Müglitzthale südöstlich von Dresden, der durch Contactwirkung des Granitits aus einem in Kohlepartikeln-reichen silurischen Thonschiefer hervorgegangen ist, finden sich 0,05 mm grosse tafelartige Brookite der Form $\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $\{122\}\breve{P}2$ oder $\{021\}2\breve{P}\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{001\}0P$.

Ref.: H. Traube.

12. **F. P. Treadwell** (in Zürich): **Ueber die Zusammensetzung des Milarits** (Ebenda 167—168). — Verf. theilt die Resultate einer Analyse am Milarit mit,

SiO_2	72,79
Al_2O_3	10,12
CaO	11,32
K_2O	4,32
Na_2O	0,26
H_2O	1,19
MgO	Spur
	100,00 (spec. Gew. nichtangegeben)

und berechnet hiernach die Formel: R_2O, $2CaO$, Al_2O_3, $12SiO_2$, mit der wohl die Ludwig'sche Analyse (diese Zeitschr. 2, 631), nicht aber die von Frenzel (N. Jahrb. f. Min. 1873, 797) und von Finkener (ebenda 1874, 61) übereinstimmen.

Ref.: H. Traube.

13. A. Osann (in Heidelberg): **Ueber ein Mineral der Nosean-Hauyngruppe in Eläolith-Syenit von Montreal** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u.s. w. 1892, 1, 222—224). — In dem Eläolith-Syenit von Montreal findet sich ein bisher für Sodalith gehaltenes Mineral, das Verf. nach einer qualitativen Prüfung als zur Nosean-Hauyngruppe gehörig erkannte.

Ref.: H. Traube.

14. R. Brauns (in Marburg): **Albit, Analcim, Prehnit und Kalkspath, Verwitterungsproducte eines Diabases von Friedensdorf bei Marburg** (Ebenda 2, 1—24, mit 1 Holzschnitt). — In dem gegenüber Friedensdorf an der linken Seite der oberen Lahn auftretenden Diabas finden sich auf Klüften zahlreiche Neubildungen, die näher beschrieben werden.

Albit. Die höchstens 3 mm grossen, 1 mm dicken, weissen oder gelblichgrauen Krystalle sind hypoparallele Verwachsungen meist nach der Axe a gestreckter Individuen, welche in der Prismenzone ausser $\{010\}\infty\breve{P}\infty$ noch schmale Flächen von $\{110\}\infty P$ und $\{130\}\infty P3$ erkennen lassen. Die mikroskopische Untersuchung lässt erkennen, dass die Albite meist einfache Zwillinge sind. Eine Analyse, ausgeführt von Nau, ergab:

SiO_2	67,03	Spec. Gew. 2,59—2,605.
Al_2O_3	20,25	
CaO	0,53	
Na_2O	11,69	
	99,50	

Analcim bildet meist eine weisse, trübe, zusammenhängende Kruste direct auf Diabas, aus der ovale, deutliche Einzelkrystalle hervorragen und ist oft mit Kalkspath überzogen. Er ist meist älter als Prehnit und zeigt dann nur $\{211\}2O2$, der seltenere jüngere dagegen noch $\{110\}\infty O$, $\{100\}\infty O\infty$, $\{210\}\infty O2$, $\{332\}\frac{3}{2}O$ in schmalen (wahrscheinlich Corrosions-) Flächen. Klare Krystalle sind selten, ihr optisches Verhalten stimmt mit den meisten bisher untersuchten Vorkommnissen überein. Eine Analyse ergab:

SiO_2	53,79	Spec. Gew. 2,223.
Al_2O_3	23,47	
MgO	0,24	
Na_2O	14,45	
H_2O	8,11	
	100,06	

Prehnit bildet mit Kalkspath die Hauptausfüllungsmasse der Gänge, er überkleidet entweder den Analcim oder sitzt direct auf Diabas und ist selbst oft ganz mit Kalkspath bedeckt. In der Regel tritt er als zusammenhängende hellgrüne Masse auf, die aus vielen radialfaserigen Einzelaggregaten besteht, ist er nicht mit Kalkspath überzogen, so strahlen von jedem Einzelaggregat fächerförmige Krystalllamellen, die an ihren freien Enden $\{110\}\infty P$, $\{010\}\infty\breve{P}\infty$, $\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $\{001\}0P$ mit glänzenden Flächen zeigen. Kalkspath und Prehnit sind vielfach mit einander verwachsen, insbesondere zieht sich ersterer in dünnen Lamellen in den Prehnit hinein, welcher nach Auflösung des Kalkspaths durch Salzsäure wie zerhackt aussieht; andererseits enthält auch der Kalkspath Lamellen und feine, weisse, wie Efflorescenzen aussehende, oft ästig verzweigte Krystallaggregate von Prehnit. Aus der Art der Vergesellschaftung dieser beiden Mineralien ergiebt sich, dass in manchen Fällen zuerst sich Prehnit, dann Prehnit und Kalkspath, zuletzt nur Kalkspath bildete. Eine für Prehnit ungewöhnliche Ausbildung zeigen farblose, nach der Basis tafelförmige, barytähnliche Kryställchen dadurch, dass $\{100\}\infty\bar{P}\infty$ und $\{110\}\infty P$ sehr klein sind und häufig gänzlich fehlen, es treten an ihnen auf $P = \{001\}0P$, $v = \{308\}\frac{3}{8}\bar{P}\infty$, $n = \{304\}\frac{3}{4}\bar{P}\infty$, $l = \{010\}\infty\breve{P}\infty$. Eine Analyse, ausgeführt von Nau an lichtgrünlichem Prehnit, ergab:

SiO_2	43,67	Spec. Gew. 2,916—2,921.
$Al_2O_3+Fe_2O_3$	25,58	
CaO	26,43	
H_2O	4,94	
	100,32	

Der Gehalt an Eisen ist nur sehr gering.

Natrolith findet sich nur selten, er bildet über cm lange, 1—2 mm dicke Krystalle, die ausser Prismen noch Pyramidenflächen erkennen lassen, er ist kalkfrei.

Kalkspath, die jüngste Neubildung, findet sich auf fast allen Klüften und bildet in der Regel derbe, grossspäthige Massen, die besonders Prehnit und Analcim überziehen, bisweilen auch grosse Krystalle $\{02\bar{2}1\}-2R$, $\{0001\}0R$.

Die Altersfolge der Neubildungen lässt sich im Allgemeinen folgendermassen feststellen: Analcim, Albit, Prehnit, Prehnit und Kalkspath, Analcim zweiter Generation, Kalkspath. In einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung der Diabase wird dann die Entstehung der Neubildungen besonders aus dem Kalknatronfeldspath der Diabase beschrieben. Die auf den Klüften sich findenden neugebildeten Mineralien und ihre Altersfolge machen es, wie Verf. weiter ausführt, wahrscheinlich, dass das Wasser, welches durch Zersetzung des Feldspaths zur Bildung jener Mineralien geführt hat, mit der Zeit reicher an Kohlensäure geworden ist. Es rührt dies davon her, dass der Theil der Gesteinsmasse, der gegenwärtig aufgeschlossen ist, früher relativ tiefer lag und erst mit der Zeit durch Erosion der Erdoberfläche näher kam. Der absolute Gehalt des Wassers an Kohlensäure hatte sich nicht wesentlich geändert. Das Wasser aber, welches das

Gestein in der Tiefe durchtränkte, enthielt keine freie Kohlensäure, dagegen Natriumcarbonat, während in dem in die Oberfläche eindringenden Wasser hier noch freie Kohlensäure und wenig oder kein Natriumcarbonat (entstanden durch Einwirkung des kohlensäurehaltigen Wassers auf den Feldspath) vorhanden war und dieses daher anders, als das Wasser in der Tiefe wirken musste. Es führte zur Bildung von Carbonaten, die je nach der Menge der Kohlensäure ganz oder theilweise fortgeführt in der Tiefe die Bildung der beschriebenen Silicate bewirkten. Zum Schlusse erörtert Verf. in einer längeren Auseinandersetzung die Entstehung von Analcim aus Albit, Natrolith, Mesolith und Skolecit u. s. w. aus Albit und Nephelin an der Hand hypothetischer Constitutionsformeln.

Ref.: H. Traube.

15. **R. Brauns** (in Marburg): **Ueber das Verhalten der Titansäure gegen Phosphorsalz vor dem Löthrohre** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w., 1892, **2**, 237—238 f.; Berichtigung (1893, **1**, 89—90). — Die von G. Rose (Sitzungsber. d. kgl. preuss. Ak. d. Wiss., 28. März 1878) durch Schmelzen von Titansäure in Phosphorsalz dargestellten und für Anatas gehaltenen Krystalle haben nach den Untersuchungen von Knop (Ann. Chem. Pharm. 1871, S. 157, 363) die Zusammensetzung $3TiO_2.P_2O_5$, nach denen von Wunder (Journ. f. pract. Chem., N. F. 1871, **4**, 347) $TiNa_2(PO_4)_2$ und nach denen von L. Ouvrard (C. r. **111**, 177) $3P_2O_5.4TiO_2.Na_2O$ und krystallisiren rhomboëdrisch. Verf. hatte diese Krystalle irrthümlich zuerst für das von C. Friedel und J. Guérin (diese Zeitschr., **1** 122) dargestellte Titanoxyd gehalten.

Ref.: H. Traube.

16. **F. von Sandberger** (in Würzburg): **Bemerkungen über einige Mineralien aus dem Fichtelgebirge** (Ebenda 1892, **2**, 37—43). — 1. Titaneisen, dunkel stahlgraue, hexagonale, tafelartige Körner mit deutlichen Prismen- und undeutlichen Rhomboëderflächen, aus dem Sande der Eger, welche sich zusammen mit Magnetit finden und zweifellos aus zerfallenem Lithionitgranit stammen, wurde analysirt von Hilger:

TiO_2	48,12	Spec. Gew. 4,659.
Fe_2O_3	24,95	
FeO	27,96	
MgO	0,29	
	101,32,	sowie Spuren von Mangan u. Kupfer.

2. Manganspath von Arzberg. Die im Phyllit nahe der böhmischen Grenze auftretende Erzlagerstätte führt Brauneisen und Eisenspath (Weisserz) als Haupterz, in welchen silberhaltiger Bleiglanz, Eisenkies, Kupferkies und Arsenikkies ($\{014\}\frac{1}{4}\breve{P}\infty$, $\{110\}\infty P$) in geringer Menge eingewachsen vorkommen. Die blassgelblichen Eisenspäthe enthalten bis 4 % MnO. Neuerdings fand sich ein manganreicheres Carbonat von der Farbe des Himbeerspathes, welches den Eisenspath in dicken, schwach durchscheinenden, kugligen Aggregaten von strahliger Structur bedeckt. Die Analyse, ausgeführt von Hilger, ergab:

$MnCO_3$	84,41	Spec. Gew. 3,59.
$FeCO_3$	14,22	
$CaCO_3$	0,54	
SiO_2	0,40	
	99,57	

3. Margarodit. Bei den vom Verf. (diese Zeitschr. 18, 666) unter dem Namen Onkophyllite beschriebenen secundären Glimmern aus den Drusenräumen des Lithonit-Granits von Epprechtstein bei Kirchenlamitz sind ältere und jüngere zu unterscheiden, von ersteren wurde eine Analyse von Thiel angefertigt, nach der das Mineral Margarodit ist. Der Name Onkophyllit soll auf die anders zusammengesetzten secundären Glimmer von Striegau und Hirschberg in Schlesien beschränkt werden.

SiO_2	48,85	Spec. Gew. 2,83.
Al_2O_3	34,46	
FeO	3,33	
K_2O	4,72	
Na_2O	3,29	
H_2O	6,05	
	100,70	

4. Chlorit nach Orthoklas vom Strehlenberge bei Markt Redwitz. Es wurde analysirt von Böttger eine Pseudomorphose von graugrünem, schuppigem Chlorit nach Orthoklas aus einem im Dolomit auftretenden stark umgewandelten Lithionit-Granit, welche die Combination $\{001\}0P$, $\{010\}\infty\breve{P}\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{\bar{1}01\}\bar{P}\infty$ zeigte. Eine Schlämmprobe liess noch unzersetzten Orthoklas, Magnetit, Eisenkies, Zinnstein, sowie einen nicht näher bestimmbaren Körper (Thonerdehydrat?) erkennen.

SiO_2	30,15	Spec. Gew. 2,674.
Al_2O_3	20,67	
Fe_2O_3	1,68	
FeO	5,50	
CaO	Spur	
MgO	28,45	
K_2O	1,60	
Na_2O	1,77	
H_2O	12,02	
	101,84	

Aus der Analyse berechnet Verf. die Zusammensetzung 83,70 % Chlorit, 7,15 Orthoklas, 2,47 Magnetit, 0,98 Eisenkies, 7,93 Thonerdehydrat (?).

5. Quarz nach Orthoklas vom Strehlenberge. An derselben Localität fanden sich Pseudomorphosen von ziemlich grobkörnigem Quarz mit etwas Chlorit nach Orthoklas, plattgedrückte Karlsbader Zwillinge, in denen der ursprünglich eingewachsene tiefbraune Lithionit merkwürdigerweise erhalten geblieben ist.

6. Lithionglimmer aus Tröstau bei Wunsiedel. Von Böttger wurde analysirt ein blassgrüner, grossblätteriger, stark optisch zweiaxiger Lithionglimmer aus einem wahrscheinlich gangförmig im Gneiss auftretenden Gesteine, welches noch Albit und violblauen Flussspath enthält. Der Glimmer ähnelt äusserlich zwar sehr dem von Penig in Sachsen, unterscheidet sich aber wesentlich durch seine chemische Zusammensetzung.

SiO_2	50,106
TiO_2	0,203
SnO_2	0,330
Fl	1,363
Al_2O_3	26,429
Fe_2O_3	1,010
FeO	0,589
MnO	1,010
CaO	0,631
MgO	0,963
K_2O	10,509
Na_2O	1,583
Li_2O	1,426
H_2O	1,912
CuO	0,187
	98,251

sowie Spuren von Arsen, Antimon, Blei, Kobalt, Borsäure. Pfirsichblüthrother Lepidolith erscheint am Rande der Blättchen dieses Glimmers nur spärlich, offenbar als secundärer Saum.

Ref.: H. Traube.

17. **A. Kenngott** (in Zürich): **Ueber die Formel der Turmaline** (N. Jahrb. f. Min., Geol. 1892, **2**, 44—57). — Durch Berechnung von 44 Analysen von Scharizer (diese Zeitschr. **15**, 337), Riggs (diese Zeitschr. **15**, 436), Jannasch und Calb (diese Zeitschr. **19**, 630, 632), Rammelsberg (Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1869, 19. Juli), Engelmann (diese Zeitschr. **2**, 311) und Cossa (diese Zeitschr. **7**, 11) kommt Verf. zu dem Resultate, dass in den Turmalinen die beiden Silicate $3RO.SiO_2 + 5(R_2O_3.SiO_2)$ und $2(3RO.SiO_2) + R_2O_3.SiO_2$ als isomorphe Mischungen in den verschiedensten Mengenverhältnissen enthalten sind, wobei $R_2O_3 = Al_2O_3$, B_2O_3, Fe_2O_3, Mn_2O_3, Cr_2O_3 ist. Ersteres Silicat ist in dem von Riggs analysirten Turmalin von Rumford fast allein enthalten.

Ref.: H. Traube.

18. **E. von Fedorow** (in St. Petersburg): **Mikroskopische Beobachtungen bei paralleler Lage der Nicols** (Ebenda 69—70). — Verf. empfiehlt insbesondere für petrographische Untersuchungen die Beobachtung von Krystallplatten unter dem Mikroskope bei parallelen Nicols. Die hierbei erscheinenden Interferenzfarben sind lebhafter und eignen sich besonders zu Messungen. Es erscheinen Mineralien wie Quarz und Feldspath in Dünnschliffen von der allgemein üblichen Dicke bei gekreuzten Nicols in kaum merklichen Interferenzfarben, bei parallelen sind sie sehr stark gefärbt. Besonders empfiehlt es sich, die Farben der Mineralplatten bei parallelen Nicols vergleichsweise mit Hülfe des Quarzkeilcomparators von Michel-Lévy zu untersuchen.

Ref.: H. Traube.

19. **O. Mügge** (in Münster): **Ueber die Krystallform eines neuen triklinen Doppelsalzes, MnCl$_2$.KCl.2 aq, und Deformationen desselben** (Ebenda 91—107 mit 1 Tafel). — Aus einer Lösung von $MnCl_2$ und KCl im Molekularverhältnisse 1 : 1 (ein kleiner Ueberschuss des ersten Salzes erscheint angebracht) krystallisirt

das Doppelsalz $MnCl_2.KCl.2$ aq in pfirsichblüthrothen Krystallen aus. Die Krystalle verwittern an der Luft sehr rasch unter Abscheidung von Chlorkalium, welches dann Pseudomorphosen nach der Doppelverbindung bildet.

Krystallsystem: Triklin.

$$a : b : c = 0,40012 : 1 : 0,37666.$$

$$\alpha = 82^0 59' \qquad A = 92^0 46'$$
$$\beta = 112\ 41 \qquad B = 112\ 45$$
$$\gamma = 90\ 53 \qquad C = 88\ 1$$

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P'$, $q = \{1\bar{1}0\}\infty' P$, $r = \{021\}2,\breve{P}'\infty$, $s = \{0\bar{2}1\}2'\breve{P},\infty$, $m = \{111\},P$, $n = \{\bar{1}\bar{1}1\}P,$, $p_1 = \{130\}\infty\breve{P}'3$, $q = \{3.10.0\}\infty\breve{P}'\frac{10}{3}$, $m = \{131\}3,\breve{P}3$, $c = \{001\}0P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$	$= {}^*139^0 12'$	—
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	$= {}^*144\ 11$	—
$(010):(110)$	$= 70\ 53$	$71^0 21'$
$(010):(\bar{1}10)$	$= 68\ 19$	$67\ 51\ 30''$
$(010):(11\bar{1})$	$= 66\ 58$	$67\ 34$
$(010):(\bar{1}11)$	$= 77\ 13$	$76\ 37\ 30$
$(010):(02\bar{1})$	$= 50\ 15$	$50\ 31\ 30$
$(010):(021)$	$= 60\ 26$	$60\ 9$
$(010):(130)$	$= 42\ 29$	$42\ 45$
$(010):(\bar{3}.10.0)$	$= 38\ 16$	$38\ 6\ 30$
$(00\bar{1}):(110)$	$= 71\ 11$	$71\ 12$
$(00\bar{1}):(1\bar{1}0)$	$= 66\ 25$	$66\ 18\ 30$
$(110):(11\bar{1})$	$= {}^*125\ 1\ 30''$	—
$(1\bar{1}0):(1\bar{1}\bar{1})$	$= {}^*123\ 31$	—
$(110):(1\bar{1}1)$	$= {}^*113\ 41$	—
$(1\bar{1}0):(11\bar{1})$	$= 107\ 17$	$107\ 20$
$(0\bar{2}1):(\bar{1}10)$	$= 59\ 35$	$58\ 58$
$(021):(\bar{1}\bar{1}0)$	$= 61\ 33$	$61\ 34$
$(021):(\bar{1}10)$	$= 83\ 0$	$82\ 59$
$(001):(010)$	$= 82\ 16$	$82\ 46$
$(\bar{1}11):(001)$	$= 57\ 7$	$57\ 13$
$(\bar{1}31):(010)$	$= 48\ 55$	$48\ 24$

Die Krystalle sind stets dicktafelig nach b und erscheinen in zwei Ausbildungsweisen: 1) Säulenförmig nach c; p und q herrschen, p_1 und q_1 sind schmal, s und r sind meist kleiner als n und m oder fehlen ganz; 2) säulenförmig durch m und n, die Flächen p, q, r, s sind meist wenig deutlich ausgebildet. In b liegt die Richtung der grössten Elasticität $6^0 10'$ geneigt zur Kante $b : r$ im spitzen Winkel β. Schwacher Pleochroismus. Im convergenten Lichte erscheint in dünnen Blättchen durch b eine optische Axe excentrisch im Gesichtsfelde. Starke Doppelbrechung. Ziemlich vollkommene Spaltbarkeit $\parallel b$. Viel häufiger als einfache Krystalle sind Zwillinge nach zwei Gesetzen: 1) Zwillings- und Verwachsungsebene $b\{010\}$. Durch diese Fläche sieht man im convergenten Lichte gekreuzte Interferenzcurven und zwei symmetrisch zum Mittelpunkte des Gesichtsfeldes liegende Barren zweier nicht zusammengehöriger optischer Axen. 2) Zwillingsaxe die Kante $b \perp m = [101]$. Dieses Gesetz kommt zusammen mit dem ersten bei fast allen Krystallen vor. Der Habitus ist zum Theil säulenförmig

nach *b*, *m* und *n*. Gewöhnlich sind ein oder mehrere kleine Individuen mit einem grösseren verwachsen. Die Lage der Zusammensetzungsfläche ist nicht deutlich erkennbar, sie scheint ungefähr parallel *b*, oft auch unregelmässig zu verlaufen. Diese Zwillingsbildung entsteht auch leicht durch Druck. Vollständige Auslöschung findet bei diesen Zwillingen durch *b* nur so weit statt, als die Individuen sich nicht überlagern, dann erfolgt sie symmetrisch zu der in *b* liegenden Kante *b* : *m*. An den Zwillingen wurde gefunden:

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(\underline{1\bar{1}\bar{1}})$	$= 123^0\ 5'$	$123^0 20'$
$(110):(\underline{\bar{1}10})$	$= 177\ 14$	$176\ 30$
$(1\bar{1}0):(\underline{110})$	$= 105\ 31$	$105\ 1$

Deformationen.

Deformation α. Presst man die Krystalle so, dass die Druckrichtung parallel b/m geht, während sie auf *b* aufliegen, so entstehen auf den Flächen *p, q, r, s* zahlreiche, parallel *b* verlaufende Streifen; die Flächen *b, m, n* bleiben dagegen eben, es hat also ein Gleiten längs der Kante $b/m/n$ stattgefunden und *b* ist Gleitfläche. Da die Gleitung in beiden Richtungen der Kante b/m keine optische Aenderung bewirkt, so kann sie nicht zur Zwillingsbildung nach *b* führen, eine Möglichkeit, die für das trikline System schon aus dem Grunde ausgeschlossen ist, weil sowohl die Gleitfläche *b*, wie die Schiebungsrichtungen $b/m = [101]$ und $[\bar{1}0\bar{1}]$ rational wären, worauf Verf. schon früher (siehe diese Zeitschr. **19**, 591) hingewiesen hat. Es findet bei dieser Deformation keine Structurveränderung, sondern nur eine der Kante b/m parallele Verschiebung (Translation, diese Zeitschr. **19**, 498) statt, ähnlich wie bei der Deformation γ des vom Verf. früher untersuchten Brombaryums. Beim Doppelsalz führt aber der Druck in beiden Richtungen der Kante b/m zur Translation, während beim Brombaryum diese nur beim Druck von $+ \dot{c}$ nach $- \dot{c}$ stattfand.

Deformation β hängt mit Deformation α innig zusammen. Die Krystalle krümmen sich leicht derart, dass die Fläche *b* sich in eine Cylinderfläche verwandelt, deren Mantellinien senkrecht b/m verlaufen. Nach starken Krümmungen (15 mm lange Krystalle des zweiten Habitus lassen sich leicht um einen Glasstab aufrollen) werden *p, q, r, s* durch Streifung unkenntlich, *m* und *n* dagegen regelmässig gekrümmt, wie die unter ca. 90^0—$77^0 = 13^0$ bez. 90^0—$67^0 = 23^0$ zur Basis geneigten Mantelflächen eines graden Kegels. Diese Deformation kann durch Deformation α so erklärt werden, dass bei beginnender Krümmung der Krystalle sofort gewissermassen eine Auflockerung in dünne Schichten $\|$ *b* stattfindet, dieser Schichtencomplex krümmt sich leicht nur in einer zu b/m senkrechten Richtung, weil das Gleiten längs *b* nur auf die Richtung b/m beschränkt ist. Die Deformation β besteht demnach eigentlich aus zwei Deformationen: einer Biegung senkrecht zu b/m und der Translation α. In optischer Hinsicht verhalten sich die gekrümmten Krystalle wie ein Aggregat normaler, welche um eine auf b/m normale Richtung gedreht erscheinen. Das Gleitvermögen längs b/m bedingt in erster Linie die ungleiche Ritzbarkeit der Fläche *b* in der Richtung b/m und senkrecht hierauf, parallel der letzteren dringt eine Nadel wie in einen wachsartigen Körper ein, parallel b/m erhält man hierbei viel Pulver. Bei anderen Körpern, welche leicht Biegungen um eine bestimmte, meist ebenfalls zu einer physikalisch ausgezeichneten Richtung annähernd senkrechten Richtung eingehen können, wie Cyanit, Gyps, Glimmer, Kobaltblüthe, Vivianit, Antimonglanz, Auripigment (diese

Zeitschr. **10**, 109, 295) konnten blosse Translationen in ähnlicher Weise, wie bei dem Doppelsalz nicht bemerkt werden. Bei allen aber ist eine, hier der Fläche b entsprechende Ebene der stärksten Biegung durch analoge Unterschiede der Ritzbarkeit ausgezeichnet.

Deformationen γ und δ. Die Deformation γ wird bewirkt, wenn man eine Nadel auf die Fläche b drückt, während man das Blättchen unter dem Mikroskop bei Dunkelstellung beobachtet, es entstehen dann zwei Lamellensysteme parallel b/m, die einer Schlagfigur des Kalkspaths vergleichbar sind. Ganz gleiche Lamellen treten auch bei der Vornahme der Deformationen α und β zu Tage. Breitere Lamellen γ bilden sich, wenn ein Krystall des zweiten Habitus durch Aufsetzen eines Messers auf m oder n längs b gespalten wird, dabei entstehen noch andere, zu den ersteren unter ca. 86^0 geneigte Lamellen δ. Die Beobachtung dünner Blättchen im convergenten Lichte ergiebt, dass der Druck der Nadel Zwillingsbildung nach dem zweiten Gesetze bewirkt; die Deformation γ ist dann noch eine einfache Schiebung längs b/m, die zu ihrer Bestimmung nothwendige Kenntniss der Lage der zweiten Kreisschnittebene konnte nur unvollständig ermittelt werden. Die Winkel $c : \gamma\ (c)$ wurde wenig genau zu $5^0\ 30'$ gemessen, aus ihm würde sich ergeben, dass die Kante b/p $[001]$ in die Kante $b/r = [\underline{100}]$ übergeführt wäre (die Rechnung erfordert $5^0\ 11\frac{1}{2}'$). Werden in die früher vom Verf. (diese Zeitschr. **19**, 501) für einfache Schiebungen längs einer rationalen Kante abgeleiteten Formel (6β) die Werthe eingesetzt:

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= [\sigma_{11}\sigma_{12}\sigma_{13}] = [101], \\ h &= \{h_1 h_2 h_3\} = \{\bar{1}10\}, \\ h' &= \{h_1' h_2' h_3'\} = \{o\, h_2' h_3'\}, \end{aligned}$$

so erhält man für die zweite Kreisschnittsebene:

$$k_2 = \{k_{21} k_{22} k_{23}\} = \{h_3' : (h_2' - h_3') : h_3'\},$$

d. h. diese liegt in der Zone $[\bar{1}01] = \{101\} : \{010\}$.

Die Zusammensetzungs- und Zwillingsfläche der Lamellen δ liess sich weder direct, noch aus ihrem optischen Verhalten ermitteln. — Durch Aufsetzen des Messers auf die Kante b/m und Einschneiden parallel der Zonenaxe $[\bar{1}01]$ wurden grössere Theile in Zwillingsstellung nach b/m übergeführt, die Lage der verschobenen Flächentheile konnte wegen der gleichzeitig auftretenden Deformationen α nur unsicher bestimmt werden, die besten Werthe für die Neigung $\gamma(q) : \gamma(b)$ waren $96^0\ 6'$ und $100^0\ 33'$, hiernach wäre die Fläche $q = \{\bar{1}10\}$ wahrscheinlich verschoben in $c = \{001\}$, welches gegen b unter $97^0\ 14'$ neigt. Dann wird die zweite Kreisschnittsebene $k_2 = \{111\}$, und die früher (diese Zeitschr. **19**, 501) vom Verf. abgeleitete Formel (5β) ergiebt hier: $h_1' : h_2' : h_3' = -h_3 : (h_1 + h_2 + h_3) : -h_1$.

Die beobachteten Flächen gehen demnach über:

$$\begin{array}{lllll} b & = (010) & \text{in} & (010) & = b \\ m & = (\bar{1}11) & - & (\bar{1}11) & = m \\ n & = (\bar{1}\bar{1}1) & - & (\bar{1}11) & = n \\ m_1 & = (\bar{1}31) & - & (\bar{1}31) & = m_1 \\ p & = (110) & - & (0\bar{2}1) & = s \\ q & = (\bar{1}10) & - & (001) & = c \\ p_1 & = (130) & - & (04\bar{1}) & \\ q_1 & = (3.10.0) & - & (073) & \\ r & = (021) & - & (\bar{1}30) & \end{array}$$

$$s = (0\bar{2}1) \text{ in } (110) = p$$
$$c = (001) \text{ - } (\bar{1}10) = q$$

Verf. hat schliesslich den Krystallen des Doppelsalzes noch eine andere krystallographische Aufstellung gegeben, bei der die für die Deformationen ausgezeichneten Richtungen (Kante b/m, Zone $\{111\}:\{010\}$) zu krystallographischen Axen Z und X gewählt werden.

Ref.: H. Traube.

20. J. Morozewicz (in Warschau): **Ueber die Synthese der Mineralien der Hauyn-Gruppe** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w., 1892, **2**, 139—141). — Die bisherigen Versuche, die Mineralien der Hauyn-Gruppe synthetisch darzustellen, scheiterten, weil zu hohe Temperatur angewendet wurde; wie die Versuche Lemberg's (diese Zeitschr. **18**, 538) gezeigt haben, verlieren diese Mineralien bei starker Glühhitze Chlor und Schwefelsäure. Verf. wandte daher niedrigere Temperaturen an; aus einer Schmelze, welche durch sechsstündiges Erhitzen von 65 Th. $SiO_2.3H_2O$, 44 Th. $Al_2O_3.3H_2O$, 33 Th. Gyps mit überschüssigem Glaubersalz über einem Münke'schen Brenner dargestellt worden war, wurde ein grauliches bis bläuliches Pulver erhalten, welches im Gebläse unschmelzbar war. Unter dem Mikroskop erkannte man meist sehr schwach doppeltbrechende, bisweilen auch isotrope, 0,2—0,5 mm grosse reguläre Krystalle der Combination $\{100\}\infty O\infty$ vorherrschend, $\{110\}\infty O$. Die optischen und chemischen Eigenschaften weisen auf Hauyn resp. Nosean hin. Bei höherer Temperatur (im Perrot'schen Ofen oder über dem Gebläse) bildeten sich aus derselben Mischung nur spärliche Hauynkrystalle neben Nephelin und Anorthit. Dieselbe Mischung mit schmelzendem Na_2SO_4 und $NaCl$ behandelt ergab kleine, aber flächenreichere Krystalle (sie zeigten noch $\{111\}O$), auch säulenförmige Zwillinge wurden angetroffen. Nach dem starken Chlorgehalt scheint eine isomorphe Mischung von Hauyn- mit Sodalith-Molekülen vorzuliegen. Dieselbe Mischung in $NaCl$ allein eingetragen, lieferte unregelmässig gestreckte, stark verzwillingte Krystalle, vielleicht reiner Sodalith. Die reinsten Producte wurden erhalten, wenn man $67SiO_2.3H_2O$, $45Al_2O_3.3H_2O$, $15CaCO_3$, $16Na_2CO_3$, $7Na_2SO_4$ in denselben Lösungsmitteln schmelzen liess. [Die Darstellung von Sodalith gelang schon früher Mügge Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr. 1885, **1**, 284, und Ch. und G. Friedel, diese Zeitschrift **21**, 259. D. Ref.]

Ref.: H. Traube.

21. E. Hussak (in São Paulo, Brasilien): **Ueber Brazilit, ein neues Mineral von der Eisenmine Jacupiranga, Süd-São Paulo** (Ebenda 141—146, 1893, **1**, 89). — Das neue Mineral (nach Brazil = Brasilien genannt) fand sich in zersetztem Jacupirangit (Magnetit-Pyroxenit Derby's), auch im frischen Gestein der am gleichnamigen Flusse gelegenen Magneteisenmine Jacupiranga südlich des Ribeiraflusses im Süden des Staates São Paulo, besonders an einer Contactstelle zwischen dem Nephelin-freien Jacupirangit und einem grobkrystallinischen, weissen, mineralreichen Marmor, selten auch in letzterem. Das Mineral, in welchem in der ersten Mitteilung eine dem Yttrotantalit nahestehende Verbindung vermuthet wurde, ist nach der Analyse von C. W. Blomstrand wesentlich Zirkonerde.

ZrO_2	96,52
SiO_2	0,70
Al_2O_3	0,43
Fe_2O_3	0,41
CaO	0,55
MgO	0,10
Alkalien	0,42
Glühverlust	0,39
	99,52

In Säuren ist das Mineral unlöslich und wird von heisser concentrirter Schwefelsäure nur im feinsten Pulver und sehr schwierig theilweise zersetzt, durch Kaliumbisulfat aber vollständig aufgeschlossen. Vor dem Löthrohre ist es nur schwer schmelzbar, auf Kohle geglüht werden selbst ganz dunkle Krystalle farblos und es bildet sich auf der Oberfläche ein winziges, schwarzes Schlackenkügelchen. In Borax ist der Brazilit unter schwachem Aufschäumen schmelzbar und giebt sowohl in der Oxydations- wie in der Reductionsflamme eine heiss schwachgelbliche, kalt farblose Perle.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 0,98594 : 1 : 0,51091;$$
$$\beta = 98^0\, 45'\, 30''.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}\infty P\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{120\}\infty P2$, $\{101\}-P\infty$, $\{001\}0P$, $\{\bar{1}01\}P\infty$, $\{021\}2P\infty$, $\{\bar{1}11\}P$, $\{111\}-P$.

	Gemessen:
$(100):(110)$	$= 44^0\, 17'\, 30''$
$(100):(001)$	$= 81\ 14\ 30$
$(100):(021)$	$= 83\ 28\ 30$
$(100):(101)$	$= 55\ 33\ 30$
$(100):(111)$	$= 49\ 40\ 30$
$(001):(\bar{1}01)$	$= 29\ 4\ 15$
$(001):(111)$	$= 51\ 17$
$(001):(\bar{1}11)$	$= 37\ 49$
$(110):(101)$	$= 66\ 7$
$(110):(021)$	$= 54\ 55$
$(110):(111)$	$= 32\ 22$
$(\bar{1}11):(\bar{1}01)$	$= 25\ 34\ 45$
$(\bar{1}11):(021)$	$= 30\ 34\ 15$

Ausser diesen Formen treten bisweilen noch schmale Klinoprismen und Orthodomen auf. Die Krystalle sind stets dünn tafelförmig nach $\{100\}$ und bald nach der Orthoaxe, bald nach der Verticalaxe ausgedehnt. Einfache Krystalle sind selten. Die Zwillingsbildung findet nach drei Gesetzen statt:

1. Zwillingsebene $\{100\}$, Zwillingsaxe die Normale auf dieser Fläche. Fast sämmtliche Krystalle sind nach diesem Gesetz als Contactzwillinge verwachsen, auch polysynthetische Zwillingsbildung findet nach diesem Gesetz statt.

2. Zwillingsebene eine Fläche $\{110\}$. Die Individuen treten theils unter einem fast rechten Winkel zu Contactzwillingen zusammen, theils bilden sie Durchkreuzungszwillinge, auch polysynthetische Zwillingsbildung nach $\{110\}$ ist beobachten.

3. Zwillingsebene {201}—$2P\infty$, Zwillingsaxe die Orthodiagonale. Die Individuen schliessen einen Winkel von 100° 9′ ein. Dieses Gesetz wurde nur zweimal bemerkt.

Die Flächenbeschaffenheit der Krystalle ist gut und die Krystalle trotz der häufigen, durch polysynthetische Zwillingsbildung veranlassten Streifung zur Messung geeignet. Die Farbe schwankt von schwefelgelb bis dunkelbraun und schwarz. Das Mineral ist theils durchsichtig, theils undurchsichtig; in dünnen Platten nach (100) tritt häufig ein ausgezeichneter zonarer Bau aus verschieden gelb-, hell- bis dunkelbraun gefärbten Schalen hervor. Glanz fettartig, in Glasglanz übergehend, bei opaken Krystallen metallartiger Glasglanz. H. = 6,5. Spec. Gew. 5,006. Doch dürfte das specifische Gewicht höher sein, da die Krystalle viel Einschlüsse von Apatit enthalten und zum Theil äusserlich zersetzt sind. Eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit findet nach {001} statt, eine weniger vollkommene nach {110}, die vielleicht nur eine durch die polysynthetische Zwillingsbildung bewirkte Absonderung ist. Ebene der optischen Axen ist {010}, die erste Mittellinie liegt im stumpfen Winkel β und bildet mit der Verticalaxe einen Winkel von 8—15°, Winkel der optischen Axen relativ gross, Doppelbrechung negativ. Pleochroismus in $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ mm dicken Platten nach {100} deutlich, die parallel der Verticalaxe schwingenden Strahlen sind dunkel röthlichbraun, senkrecht zu derselben hell ölgrün gefärbt, in Platten nach {010} findet nur ein Wechsel zwischen hell- und dunkelbraunen Tönen statt.

Der Brazilit wird begleitet von zahlreichen, weissen bis hellgelben, ca. 1 bis 2 cm, bisweilen auch viel grösseren Apatiten mit abgerundeten Flächen. Ausserdem kommen im Jacupirangit noch vor Magnetit in grosser Menge, auch im Contactmarmor in bis 3 cm grossen Krystallen. Perowskit in höchstens 3 mm grossen undurchsichtigen Krystallen {100}$\infty O\infty$, {111}O mit starker Streifung auf den Würfelflächen parallel einer Oktaëderfläche findet sich besonders in nephelinreichen Schlieren des Jacupirangit. Ilmenit bildet bis 5 mm grosse Krystalle der Comb. {0001}$0R$ vorherrschend, {10$\bar{1}$1}R, {22$\bar{4}$3}$\frac{4}{3}P2$. Ein Mineral der Spinellgruppe, wahrscheinlich Eisenspinell, erscheint in 2 mm grossen, metallisch glänzenden, schwach magnetischen, isotropen Oktaëdern. Im Contactmarmor wurden beobachtet Biotit, Pyroxen, ein asbestähnliches Mineral, dunkelgrüner Chlorit in scheinbar rhomboëdrischen, 1 cm grossen Krystallen. An der Contactstelle und im zersetzten Jacupirangit findet sich häufig in sehr grossen sechsseitigen, fast optisch einaxigen Prismen ein sehr wasserhaltiger trüber Hydrobiotit, wahrscheinlich eine secundäre Bildung aus dem Pyroxengemengtheil des Jacupirangit.

Ref.: H. Traube.

22. F. von Sandberger (in Würzburg): **Ein neuer*) Fund in den Specksteingruben von Göpfersgrün bei Wunsiedel** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u.s.w. 1892, 2, 160). — Erbsengrosse Pseudomorphosen zeigen ein Rhomboëder {30$\bar{3}$2}$\frac{3}{2}R$, welche Form darauf hindeutet, dass der Ursprungskörper Kalkspath und nicht Braunspath ist, da dieses Rhomboëder an dem Göpfersgrüner Braunspath nie vorkommt. In einer Anmerkung erwähnt M. Bauer, dass in der Königsberger Sammlung mehr als zolllange Specksteinpseudomorphosen vorhanden sind, die die Form {21$\bar{3}$1}$R3$ erkennen lassen, welche gleichfalls auf ursprünglich vorhandenen Kalkspath schliessen lässt.

Ref.: H. Traube.

*) Dieser Fund ist ein alter. S. diese Zeitschr. 14, 314. Die Red.

23. K. von Chrustschoff (in St. Petersburg): **Ueber künstliche Darstellung des Zirkons auf nassem Wege** (Ebenda 232—236, mit 1 Holzschnitt). — Verf. benutzt zu seinen Versuchen einen einseitig verschliessbaren Apparat, der eine Erhitzung von wässerigen Lösungen bis zur Rothgluth gestattet. Als Recipient für die Lösungen dient ein massiver, cylindrischer Platintiegel mit plattenförmig umgebogenen Rändern, der mit einem genau angeschliffenen, flachen Platindeckel bedeckt wird, dessen centraler, bedeutend verdickter Theil etwa 1 cm in die Tiegelöffnung eingreift. Das Platingefäss ist in einen Gussstahlblock eng eingelassen, über welchen sich eine massive gussstählerne Kappe stülpt, die durch einen Bajonettverschluss angeschlossen wird. Durch den Mittelpunkt der Kappe geht eine Druckschraube, deren Führung nicht in der Kappe selbst, sondern in einer sehr lose eingefügten Mutter angebracht ist. Die Druckschraube wirkt zunächst auf eine dicke Stahlscheibe, auf eine in die im unteren Theile angebrachte, in die Einsenkung passende Kupferplatte, den Platindeckel, einen Goldreif und die plattenförmig umgebogenen Ränder des Tiegels. Der ganze Apparat ist mit einer dicken Kupferschicht bedeckt, um die zu schnelle Oxydation des Eisens zu verhindern; er steht für sich auf einem Dreifuss und ist von einem etwa 10 cm dicken, innen und aussen mit Asbestcarton ausgekleideten Chamottecylinder umgeben, der ebenfalls selbständig auf einem Dreifuss ruht. Es wurden zwei Versuche angestellt, der erste ohne den Goldreif.

1) Der Tiegel wurde beschickt mit Kieselsäure, Thonerde, Zirkonsäure, alle im gelatinösen Zustande. Für die sechs Tage andauernde Erhitzung wurde nach einander ein 3—5—8—10—12facher Bunsenbrenner benutzt, bei letzterem wurde der Apparat rothglühend. Das Wasser entwich hierbei vollständig. Der verdickte Theil des Platindeckels war nach oben tief in die Kupferplatte eingepresst. Der Tiegelinhalt bestand ausser aus amorphen Partikeln, aus stark glänzenden Krystallschuppen, die unter dem Mikroskop hexagonale Tafeln und Prismen darstellten. Die Analyse ergab

SiO_2	53,65	Spec. Gew. 2,87.
ZrO_2	14,54	
Al_2O_3	23,76	
Wasser (Verlust)	7.86	
	99,81	

Ein natürliches Mineral dieser Zusammensetzung ist nicht bekannt.

2) Der Platintiegel wurde mit gelatinöser Kieselsäure und Zirkonsäure beschickt und der Apparat während zwei Stunden mit einem 12fachen Bunsenbrenner bis zur Rothgluth erhitzt, es entwich fast gar kein Wasser. Der Platintiegel enthielt eine klare Flüssigkeit und einen starken weissen, unter dem Mikroskop deutlich krystallinischen Niederschlag; die bis 0,1 mm grossen Kryställchen, die ihrer chemischen Zusammensetzung SiO_2 32,84, ZrO_2 67,17 nach reiner Zirkon waren, zeigten die Formen $\{111\}P$, $\{221\}2P$, $\{311\}3P3$, $\{101\}P\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{001\}0P$ in theils pyramidaler, theils lang-, theils kurzprismatischer Ausbildung.

Ref.: H. Traube.

24. G. Bodländer (in Clausthal): **Ueber kobalthaltigen Eisenspath von der Grube Ende im Harteborntbal bei Neunkirchen, Kreis Siegen** (Ebenda 236). — Das hellrothe, in flachen, linsenförmigen Rhomboëdern auftretende Mineral sitzt in dünnen Schichten auf Quarz auf, in der Kälte ist es in Salzsäure kaum löslich. Die Analyse ergab:

FeO	45,34	entsprechend	$FeCO_3$	73,08
CaO	1,21		$CaCO_3$	2,16
MgO	8,80		$MgCO_3$	18,48
CoO	3,85		$CoCO_3$	6,17
CO_2	41,55			
	100,75			

Ref.: H. Traube.

25. H. Traube (in Berlin): **Ueber die Krystallform einiger Lithiumsalze** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1892, **2**, 58—67 und 1894, **1**, 171—184.

Kaliumlithiumsulfat, $KLiSO_4$.

Am Kaliumlithiumsulfat hatte G. Wulff (diese Zeitschr. **17**, 595; **21**, 255) Circularpolarisation*) beobachtet und die Krystallform des Salzes für hexagonal-trapezoëdrisch-tetartoëdrisch gehalten. Verf. wies dagegen nach, dass die stark pyroëlektrischen Krystalle in der Richtung der Verticalaxe hemimorph und stets Zwillinge nach $\{0001\}$ sind, wobei die Individuen immer mit den analogen Polen aneinander treten. Da die Circularpolarisation bisweilen durch eine complicirte Zwillingsbildung vollständig aufgehoben und daher vom Verf. nicht erkannt wurde, schien die Substanz hexagonal-hemimorph-holoëdrisch (hemimorph-hemiëdrisch nach Liebisch) zu sein. Eine nähere Untersuchung ergab jedoch, dass das Kaliumlithiumsulfat in der That circularpolarisirend ist und nach den Aetzfiguren der hemimorph-hemiëdrischen mit sechszähliger Verticalaxe (erste hemimorphe Tetartoëdrie) des hexagonalen Systems angehört. Die zur Untersuchung dienenden Krystalle waren theils prismatisch und aus neutraler Lösung erhalten, theils pyramidal und bei 60° C. gebildet; sie zeigten die Formen $\{10\bar{1}0\}\infty P$, $\{0001\}0P$, $\{10\bar{1}1\}P$, $\{11\bar{2}0\}\infty P2$.

$a : c = 1 : 1,665$ berechnet aus $(0001):(10\bar{1}1) = 62^0 40'$.
Gemessen $(0001):(10\bar{1}1)$ an prismatischen Krystallen $62^0 39'$
- pyramidalen - 62 41

Die Vertheilung der Elektricität, welche mittels des Kundt'schen Bestäubungsverfahrens bei Abkühlung ermittelt wurde, war stets derart, dass die Enden der Zwillingskrystalle stark positiv, der centrale Theil der Krystalle (Prismen und eventuell anliegende Theile der Pyramidenflächen) stark negativ erregt und von den positiven Theilen durch neutrale Zonen getrennt wurden. Auf den positiv erregten Basisflächen erschien zuweilen in der Mitte ein negativer runder Fleck. Wurden die Zwillingskrystalle in die einfachen Individuen zerlegt, so erschienen diese nach der Bestäubung an einem Ende mit Mennige, am anderen mit Schwefel bedeckt. Bei grossen Krystallen waren die Basisflächen nicht in ihrer ganzen Ausdehnung mit Schwefel (resp. Mennige) belegt, sondern vom Centrum der Fläche ging ein sechsstrahliger Stern aus, dessen Arme sich nach den Basiskanten, aber nicht nach der Mitte derselben erstreckten. Auf positiv erregten Basisflächen finden sich nicht selten auch schmale negativ erregte, von neutralen Zonen umgebene Linien, deren Auftreten durch feine Sprünge veranlasst ist. Bei den sich nach ihren pyroëlektrischen Eigenschaften als Zwillinge erweisenden Kry-

*) Circularpolarisation am Kaliumlithiumsulfat wurde zuerst von von Seherr-Thoss angegeben (Tagebl. d. 47. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte, Breslau 1874, Nr. 4, 54). D. Ref.

stallen konnte man in Bezug auf die Circularpolarisation drei verschiedene Arten von Krystallen unterscheiden: 1) Zwillingskrystalle, die im unverletzten Zustande inactiv sind, die sich aber in eine rechtsdrehende und eine linksdrehende Hälfte zertheilen lassen; 2) Zwillingskrystalle, die im unverletzten Zustande gleichfalls inactiv sind, bei denen aber in keinem der beiden zu einem Zwilling verbundenen Individuen ein Drehungsvermögen nachgewiesen werden kann; 3) Zwillingskrystalle, die bereits im unverletzten Zustande activ sind. Die durch Wasser, verdünnte Schwefelsäure oder schwache Chlorbaryumlösung erzeugten Aetzfiguren stellten auf der Basis hexagonale Pyramiden dar, welche auf die Prismenflächen gerade aufgesetzt waren, auf den Prismenflächen waren sie stets sehr undeutlich. Auf den Pyramidenflächen bildeten die Aetzfiguren vierseitige Pyramiden mit den Flächen *a*, *b*, *c*, *d*, deren Combinationskanten mit der Pyramidenfläche ein Paralleltrapez umschlossen, die einander parallelen Seiten dieses Trapezes gehen der Kante $(0001):(10\bar{1}1)$ parallel, die kleinere der beiden parallelen Seiten ist bei den Zwillingskrystallen dem analogen Pol zugewandt. Die vier Polkanten der Aetzpyramide schliessen vier in ihrer Grösse von einander abweichende Winkel ein, die auch bei verschiedenen Aetzfiguren in ihrer Grösse verschieden sind. Es wurde gemessen:

	a.	b.	c.	d.
1.	112°	52°	80°	116°
2.	126	48	92	94
3.	104	55	90	111

Je länger das Wasser einwirkt, desto steiler wird die Neigung der Fläche *d* gegen die Pyramidenfläche. Bisweilen ist die Spitze der Aetzpyramide durch eine der Pyramidenfläche des Krystalls parallele Ebene abgestumpft. Bei den rechtsdrehenden Krystallen liegt in der Aetzfigur, wenn man die Krystalle mit dem antilogen Pol nach oben stellt, der Winkel $c = 80^0—92^0$ auf der rechten, der Winkel $a = 104^0—126^0$ auf der linken Seite, bei linksdrehenden Krystallen umgekehrt. Aus der Gestalt und Anordnung der Aetzfiguren ergiebt sich die Zugehörigkeit der Krystalle zur hemimorph-hemiëdrischen, mit sechszähliger Verticalaxe begabten (ersten hemimorphen Tetartoëdrie Liebisch's) Gruppe des hexagonalen Systems, sie besitzen nur eine sechszählige polare Symmetrieaxe, ferner unter Berücksichtigung des Sinnes des Drehungsvermögens folgende Zwillingsverwachsungen: A) das verbreitetste Gesetz, ein rechter und ein linker Krystall stehen symmetrisch zu einer Queraxe, Verwachsungsfläche die Basis oder eine unregelmässige Fläche; die Individuen sind von ungleicher Grösse und die Zwillingskrystalle drehen daher die Polarisationsebene des Lichtes. B) Zwei Krystalle gleicher Drehung stehen symmetrisch zu einer Queraxe, Verwachsungsfläche die Basis oder eine unregelmässige Fläche. C) Zwei nach dem ersten Gesetz sich aufbauende Zwillinge bilden einen Durchdringungszwilling, wobei eine Fläche des ersten oder zweiten hexagonalen Prismas Zwillingsebene ist. Derartige Zwillinge sind inactiv. Einfache Krystalle sind sehr selten. Bei Messung des Drehungsvermögens wurden für *Na*-Licht für 1 mm Plattendicke die Werthe 3,26°, 3,44°, 3,77° erhalten (3,44° ist der beste Werth), welche höher sind, als die von Wulff angegebenen, der anscheinend durch Uebersehen der Zwillingsbildung zu niedrige Zahlen erhalten hat. Durch Einschlüsse von kleineren Individuen zeigen die Krystalle bisweilen ein optisch anomales Verhalten, indem durch Spannungserscheinungen in der Umgebung dieser Einschlüsse in der Richtung der Verticalaxe eine starke anomale Doppelbrechung hervorgerufen wird, welche die Circularpolarisation verdeckt.

Kaliumlithiumselenat, $KLiSeO_4$.

Die bereits von J. W. Retgers (diese Zeitschr. 22, 599) erwähnte Verbindung ist isomorph mit $KLiSO_4$, aber optisch anomal.

$$a : c = 1,58346.$$

Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}1\}P$, $\{0001\}0P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}\bar{1})$ =	*57° 21′	—
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ =	52 11	52° 4′ 44″
$(0001):(\bar{1}011)$ =	61 12	61 19 30
$(10\bar{1}1):(\bar{1}011)$ =	122 28	122 39

Die Pyramidenflächen der wasserhellen, bis 2 mm grossen Krystalle zeigen unter dem Mikroskop natürliche, denen des $KLiSO_4$ ähnliche Aetzfiguren, an welchen gemessen wurde $a = 106°$, $b = 56°$, $c = 78°$, $d = 120°$ und die auf dieselben Zwillingsverwachsungen wie beim $KLiSO_4$ hindeuten. Die Krystalle sind nicht pyroëlektrisch. Dünnschliffe nach (0001) lassen unter dem Mikroskop eine Theilung in sechs Felder erkennen, die von den Umgrenzungselementen ausgehen. Je zwei gegenüberliegende Felder löschen der Hauptsache nach gleichzeitig aus, sie enthalten zahlreiche Lamellen, die theils die gleiche Orientirung wie das linke, theils wie das rechte besitzen. Die Auslöschungsschiefe in einem Felde gemessen zur Randkante betrug 14°—21°. Die Felder sind oft deutlich zweiaxig, Ebene der optischen Axen ungefähr parallel gegen ein Nachbarfeld. Mischkrystalle von $KLiSO_4$ und $KLiSeO_4$ waren optisch normal.

Mischkrystalle von Kaliumlithiumsulfat und Kaliumlithiumchromat.

Kaliumlithiumchromat konnte in deutlichen Krystallen nicht erhalten werden, wohl aber Mischkrystalle mit $KLiSO_4$ von der Form des reinen Sulfats und der Zusammensetzung: $9KLiSO_4 + KLiCrO_4$.

	Gefunden:	Berechnet:
K_2O	32,42	32,64
Li_2O	10,01	10,42
SO_3	50,43	50,00
CrO_3	6,31	6,94
	99,67	100,00

$$a : c = 1 : 1,66523.$$

Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}0\}\infty P$, $\{0001\}0P$, $\{10\bar{1}1\}P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ =	*52° 40′	—
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}\bar{1})$ =	57 4	56° 57′ 18″
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ =	27 25	27 28 39
$(10\bar{1}1):(\bar{1}0\bar{1}1)$ =	123 7	123 2 42
$(10\bar{1}1):(0001)$ =	62 26	62 31 21

Die hellgelben, über cm grossen, aber nur 1—2 mm starken Krystalle waren stets im Sinne der Verticalaxe ausgedehnt und an den Enden stärker, wie in der Mitte gefärbt; sie zeigten das gleiche pyroëlektrische Verhalten und Zwillingsverwachsung wie $KLiSO_4$ und waren ebenfalls circularpolarisirend.

Kaliumsulfat-Lithiumchromat, $K_2SO_4 + Li_2CrO_4$.

Aus einer Lösung, welche K_2SO_4 und Li_2CrO_4 oder K_2CrO_4 und Li_2SO_4 im Molekularverhältniss 1 : 1 enthielt, schieden sich nach einer anfänglichen Krystallisation von Mischkrystallen von K_2SO_4 und K_2CrO_4 meist lange, dünne, lebhaft gelb gefärbte Prismen, nur einmal nach {0001} tafelförmige Krystalle ab.

	Gefunden:	Berechnet:
K_2O	31,19	30,94
Li_2O	9,51	9,86
SO_3	26,52	26,31
CrO_3	32,58	32,89
	99,80	100,00

$a : c = 1 : 1,68258.$

Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}0\}\infty P$, $\{10\bar{1}1\}P$, $\{0001\}0P$, die tafelförmigen Krystalle zeigten nur Prisma und Basis.

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(0001) =$	$^*62^0\,46'$	—
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) =$	52 54	$52^0\,47'\,30''$
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}\bar{1}) =$	54 29	54 24
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$	27 16	27 14
$(10\bar{1}1):(\bar{1}0\bar{1}1) =$	125 35	125 36

Die Krystalle sind gleichfalls Zwillinge nach der Basis, aber die zu Zwillingen verbundenen Individuen sind stets mit den antilogen Polen verwachsen, sie durchdringen sich vielfach und unregelmässig. Doppelbrechung negativ. Die Stärke des Drehungsvermögens für *Na*-Licht wurde zu 1°,93 bestimmt, doch ist dieser Werth wahrscheinlich zu niedrig, da es bei der Durchwachsung der in Zwillingsstellung befindlichen Individuen nicht gelang, genügend dicke Platten herzustellen, die nur aus einem Individuum bestanden.

Mischkrystalle von Kaliumlithiumsulfat und Kaliumlithiummolybdat.

Kaliumlithiummolybdat krystallisirt im freien Zustande mit 1 Molekül H_2O. $KLiMoO_4 + H_2O$ rhombisch (vergl. die nachstehend referirte Arbeit des Verfs.), bildet aber mit $KLiSO_4$ wasserfreie Mischkrystalle von der Form des reinen Sulfats. Aus einer Lösung, welche 3 Theile $KLiSO_4$ und 1 Theil $KLiMoO_4$ enthielt, schieden sich Krystalle der Zusammensetzung $18\,KLiSO_4 + KLiMoO_4$ ab.

	Gefunden:	Berechnet:
K_2O	32,41	32,33
Li_2O	9,81	10,32
SO_3	51,99	52,14
MoO_3	5,26	5,21
	99,47	100,00

$a : c = 1 : 1,61611.$

Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}0\}\infty P$, $\{10\bar{1}1\}P$, $\{0001\}0P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ =	*52° 35′	—
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}\bar{1})$ =	55 21	55° 16′ 46″
$(10\bar{1}1):(\bar{1}0\bar{1}1)$ =	124 51	124 43 14
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ =	62 19	62 21 37
$(10\bar{1}1):(0001)$ =	27 32	27 38 23

Die wasserhellen, nach der Basis tafelförmigen Krystalle glichen in jeder Beziehung denen des reinen Sulfats. Die mit $KLiSO_4$ isomorphen Verbindungen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

	$a : c$	
$(NH_4)LiSO_4$	1 : 1,9223	(Wyrouboff, diese Zeitschr. **21**, 278)
$KLiSO_4$	1 : 1,665	
$KLiSeO_4$	1 : 1,58346	
$9KLiSO_4 + KLiCrO_4$	1 : 1,66523	
$K_2SO_4 + Li_2CrO_4$	1 : 1,68258	
$18KLiSO_4 + K_2LiMoO_4$	1 : 1,61611	
$RbLiSO_4$	?	(Wyrouboff l. c.)

Natriumlithiumsulfat, $NaLiSO_4$.

An dem bereits von Scacchi (Atti Accad. dell. scienz. fis. e mat. Napoli 1868, **8**, Nr. 27, S. 31) und Wyrouboff (diese Zeitschr. 8, 642) untersuchten hexagonal krystallisirenden Salze wurde gefunden:

$a : c = 1 : 0,5624.$

Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{10\bar{1}1\}R$, $\{01\bar{1}1\}-R$, $\{22\bar{4}3\}\frac{1}{3}R4$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ =	56° 45′	57° 0′
$(10\bar{1}1):(0\bar{1}11)$ =	56 11	56 6 36″
$(10\bar{1}1):(22\bar{1}3)$ =	17 3	17 24 58
$(0001):(10\bar{1}1)$ =	—	33 0
$(0001):(22\bar{4}3)$ =	—	36 51 56

Nach der Beschaffenheit der Prismenflächen nahm Scacchi an, dass die Substanz wie Turmalin hexagonal-hemimorph-hemiëdrisch mit dreizähliger Verticalaxe (zweite hemimorphe Tetartoëdrie Liebisch's) krystallisire, von den Prismenflächen waren nämlich abwechselnd je drei gross und glänzend, je drei klein und matt. Dieser Bestimmung stand jedoch das Auftreten der Rhomboëder entgegen. Bei Krystallen der Combination $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$ waren die Flächen des Rhomboëders an beiden Enden auf die glänzenden Prismenflächen gerade aufgesetzt, trat noch $\{01\bar{1}1\}$ auf, so herrschte an dem einen Ende $\{10\bar{1}1\}$, am anderen $\{01\bar{1}1\}$ vor. Der Annahme, dass Zwillingsbildung nach $\{0001\}$ vorliege, widersprach die Beobachtung, dass Bruchstücke solcher Krystalle, die, Zwillingsbildung vorausgesetzt, nur aus einem Individuum bestehen konnten, beim Weiterwachsen in der Mutterlauge, ebenso wie Bruchstücke, die noch als Zwillingskrystalle anzusprechen waren, die Rhomboëderflächen wieder in derselben Stellung, wie die

unverletzten Krystalle zeigten. Scacchi hielt solche Krystalle daher für einfache, während Krystalle aus saurer Lösung, an denen die Rhomboëder wie bei einfachen rhomboëdrisch-hemiëdrischen Individuen auftraten, von ihm als Zwillinge angesprochen wurden. Die Untersuchung der Aetzfiguren auf den Prismenflächen liess erkennen, dass die scheinbar hexagonalen Prismen als Combination zweier correlater trigonaler Prismen aufzufassen sind, die Krystalle also thatsächlich wie Turmalin krystallisiren. Hiermit in Einklang stand die Bestimmung des pyroëlektrischen Verhaltens der Substanz, nach der sich die von Scacchi für einfache Krystalle gehaltenen Krystalle als Zwillinge nach $\{0001\}$ erwiesen, wobei die Individuen stets mit den analogen Polen verwachsen waren, die Enden waren nach der Bestäubung stark mit Schwefel, der centrale Theil der Prismen mit Mennige bedeckt. Bei den aus saurer Lösung dargestellten Krystallen (nach Scacchi Zwillinge), welche die elektrische Vertheilung einfacher Individuen zeigten, lag der antiloge Pol an dem Ende, an dem $\{10\bar{1}1\}$ auf die glatten Flächen des Prismas gerade aufgesetzt war. Die Erscheinung, dass bei Zwillingskrystallen die Individuen stets mit den analogen Polen verwachsen, giebt die Erklärung für die Scacchi'schen Versuche bezüglich des Fortwachsens von Bruchstücken.

Lithiumsulfat, $Li_2SO_4 + H_2O$.

Krystallisirt nach Scacchi (l. c. 1) monoklin-hemiëdrisch, d. h. hemimorph. Die vom Verf. untersuchten Krystalle zeigten die Formen: $p = \{110\}\infty P$, $a = \{100\}\infty \bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty \grave{P}\infty$, $p_2 = \{210\}\infty \bar{P}2$, $q = \{101\} - \bar{P}\infty$, $r = \{103\} - \frac{1}{3}\bar{P}\infty$, $s = \{\bar{1}03\}\frac{1}{3}\bar{P}\infty$, $o = \{123\}\frac{2}{3}\grave{P}2$.

Die Krystalle sind nach Scacchi pyroëlektrisch und zwar wird das Ende, an dem $\{210\}$ auftritt, bei sinkender Temperatur negativ elektrisch. Die Untersuchung mittelst des Bestäubungsverfahrens ergab Hemimorphie in der Richtung der Orthoaxe, die auch aus der Flächenverschiebung hervorging, indem an dem einen Ende $\{210\}$ und $\{110\}$, am anderen nur $\{110\}$ vorhanden ist. An dem Ende, an dem $\{210\}$ auftritt, liegt der analoge Pol, an dem, an welchem nur $\{110\}$ zu beobachten ist, der antiloge. Ausser den Prismenflächen zeigten bei kleineren Krystallen noch angrenzende Theile von $\{123\}$ elektrische Erregung, bei grösseren Krystallen liessen nur die Kanten $(110):(\bar{1}10)$ resp. $(1\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}0)$ eine schwache Erregung erkennen.

Ref.: H. Traube.

26. K. Kroeker (in Göttingen): **Ueber die Abhängigkeit der specifischen Wärme des Boracits von der Temperatur** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1892, **2**, 125—138; Nachr. kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen 1892, 122—129). — Verf. wiederholt die früheren Untersuchungen von E. Mallard und H. Le Chatelier (diese Zeitschr. **9**, 401). Zu den Messungen wurde ein Bunsen'sches Eiscalorimeter mit den von A. Schuller und V. Wartha (Ann. d. Phys. N. F. 1877, **2**, 359) angegebenen Verbesserungen benutzt. Zur schnellen und sicheren Ueberführung des erhitzten Versuchskörpers in das Calorimeter diente ein Erhitzungsgefäss nach M. Bellati (Atti dell' Instit. Veneto 1882—1883 (6), **1**, 1043; Phil. Trans. 1882, **173**, 1169). Um ein Urtheil über die Genauigkeit des Calorimeters zu erlangen, ermittelte Verf. zunächst mit ihm die mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 0^0 und 100^0 und fand die Zahl 0,015463 g Quecksilber, welche von den Ergebnissen der Beobachtungen Anderer, insbesondere von den von A. W. Velten (Ann. d. Phys. N. F. 1881, **21**, 58) 0,01547 fast gar nicht abweicht.

Zur Bestimmung der specifischen Wärme des Boracits dienten durchsichtige Krystalle vom Kalkberge bei Lüneburg, ein grösserer hexaëdrischer, an dem noch die Formen $\{110\}\infty O$, $\varkappa\{111\}+\frac{O}{2}$, $\varkappa\{1\bar{1}1\}-\frac{O}{2}$, $\varkappa\{2\bar{1}1\}-\frac{2O2}{2}$, $\varkappa\{5\bar{3}1\}-\frac{5O\frac{5}{3}}{2}$, und mehrere kleinere dodekaëdrische, an denen noch $\{100\}\infty O\infty$, $\varkappa\{111\}+\frac{O}{2}$, $\varkappa\{1\bar{1}1\}-\frac{O}{2}$, $\varkappa\{2\bar{1}1\}-\frac{2O2}{2}$ auftraten. Bei den Untersuchungen wurden sie getrennt angewendet.

Es wurden für die Wärmemengen q, welche bei der Abkühlung von t^0 auf 0^0 abgegeben wurden, folgende Zahlen erhalten:

Hexaëder.

t^0	q beobachtet:	q berechnet:	Differenz:	s
—32°	—5,462	—5,467	+0,005	0,1607
+50	9,832	9,820	—0,012	0,2124
100	21,118	21,111	—0,007	0,2398
150	33,670	33,762	+0,092	0,2660
200	47,711	47,679	—0,032	0,2901
250	62,715	62,740	+0,025	0,3120
270	70,556	70,556	0,000	0,2650
285	74,984	74,983	—0,001	0,3253
300	80,316	80,316	0,000	0,3757

Dodekaëder.

t^0	q beobachtet:	q berechnet:	Differenz:	s
55°	10,801	10,887	+0,086	0,2157
100,0	21,051	21,111	+0,061	0,2398
150,0	33,697	33,762	+0,075	0,2660
200,0	47,718	47,679	—0,039	0,2901
250,0	62,766	62,740	—0,026	0,3120
270,0	70,427	70,427	0,000	0,2532
285,0	75,068	75,067	—0,001	0,3656
300,0	81,396	81,395	—0,001	0,4781

Es wurden für jede Temperatur drei bis vier Bestimmungen ausgeführt, die Resultate weichen hierbei zuweilen um einige mg Quecksilber von einander ab, eine Ungenauigkeit, die auf eine unsichere Bestimmung der Erhitzungstemperatur zurückzuführen ist. Die erreichte Genauigkeit dürfte 0,05—0,07 cal. betragen (cal. bedeutet den 100. Theil der Wärmemenge, die von 1 g Wasser zwischen der Siede- und der Gefriertemperatur abgegeben wird).

Ein Vergleich der entsprechenden Zahlen für die beiden Krystalltypen ergiebt Uebereinstimmung innerhalb der Versuchsfehler, eine Verschiedenheit besteht nur für $t = 300^0$, für die Berechnung ist diese Verschiedenheit belanglos. Trägt man in einem rechtwinkligen Coordinatensysteme die Temperatur t als Abscisse und die entsprechenden Wärmemengen q als Ordinaten ein, so erhält man für das Intervall -32^0 bis $+250^0$ und für das Intervall von 270^0 bis 300^0 je eine regelmässig ansteigende, nach der Axe der Temperatur convexe Curve.

Nach der Methode der kleinsten Quadrate lässt sich die Abhängigkeit der abgegebenen Wärmemengen q von der Erhitzungstemperatur t durch folgende Gleichungen ausdrücken:

Hexaëder.

1) $q = 0,1809644\,t + 0,0003156922\,t^2 - 0,00000012428\,t^3$,
2) $q_1 = 70,556 + 0,26506\,(t - 270) + 0,002009\,(t - 270)^2$.

Dodekaëder.

1) $q = 0,1809644\,t + 0,0003156922\,t^2 - 0,00000012428\,t^3$,
2) $q_1 = 70,427 + 0,25316\,(t - 270) + 0,0037488\,(t - 270)^2$.

Die Gleichungen 1) stimmen für beide Krystalltypen überein, in 2) sind dagegen die Constanten entsprechend der Verschiedenheit der Werthe von q für $t = 300^0$ verschieden. Setzt man in diesen Gleichungen für t die angegebenen Temperaturen ein, so erhält man die in der dritten Columne der obigen Tabelle stehenden Zahlen. Setzt man in je zwei zusammengehörigen Gleichungen $t = 265^0$, so erhält man die Umwandlungswärme des Boracits.

Hexaëder.

$$C = q_1 - q = 69,281 - 67,469 = 1,812 \text{ cal.}$$

Dodekaëder.

$$C = q_1 - q = 69,255 - 67,469 = 1,786 \text{ cal.}$$

Die Werthe unterscheiden sich um 0,026 cal. von einander, welche Grösse in der oben angegebenen Fehlergrenze liegt; die Zahlen weichen erheblich von den von Mallard und Le Chatelier gefundenen und von diesen nur als angenähert bezeichneten ab. Bildet man die Ableitung:

Hexaëder.

$$\frac{dq}{dt} = s = 0,1809644 + 0,0006313844\,t - 0,0000004284\,t^2,$$

$$\frac{dq_1}{dt_1} = s_1 = 0,26506 + 0,004018\,(t - 270),$$

Dodekaëder.

$$\frac{dq}{dt} = s = 0,1809644 + 0,0006313844\,t - 0,0000004284\,t^2,$$

$$\frac{dq_1}{dt_1} = s_1 = 0,25316 + 0,0074976\,(t + 270),$$

so ergeben sich die in der letzten Columne der Tabelle angegebenen Werthe der specifischen Wärmen des Boracits.

Ref.: H. Traube.

27. **H. Traube** (in Berlin): **Flächenreiche Krystalle von Chlornatrium** N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1892, **2**, 163—164). — Flächenreiche, 1—2 mm grosse, etwas trübe Chlornatriumkrystalle bildeten sich zufällig bei der Darstellung der in Nr. 29 referirten Arbeit des vom Verf. beschriebenen Doppelsalzes von weinsaurem Antimonoxyd-Baryum + Chlornatrium $Ba(SbO_2)(C_4H_4O_6)_2 + NaCl + 5H_2O$. Die Krystalle zeigten $\{100\}\infty O\infty$, $\{111\}O$, $\{110\}\infty O$, jede dieser drei Formen wurde vorherrschend angetroffen. An einem dodekaëdrischen Krystalle wurde noch beobachtet $\{211\}2O2$. $\{221\}2O$, $\{332\}\frac{3}{2}O$, an einem hexaëdrischen noch $\{211\}2O2$, $\{210\}\infty O2$, $\{410\}\infty O4$. Neu sind $\{332\}\frac{3}{2}O$, $\{410\}\infty O4$.

	Gemessen:	Berechnet:
(211):(111) =	54° 29′	54° 44′ 51″
(110):(221) =	19 20	19 28 12
(110):(332) =	25 29	25 26 18
(211):(332) =	6 9	5 58 6
(100):(210) =	26 40	26 33 54
(100):(410) =	13 49	14 2 10
(410):(210) =	12 51	12 31 44

Wie Retgers (Zeitschr. f. physikal. Chem. 1892, **9**, 293) nachgewiesen hat, ist der Einfluss fremder Substanzen, welche sich mit *NaCl* gleichzeitig in Lösung befinden, fast gleich Null; da sich hier neben den flächenreichen auch nur Würfel fanden, ist die Bildung der flächenreichen Krystalle wohl nicht durch das weinsaure Antimonoxyd-Baryum veranlasst.

Ref.: H. Traube.

28. W. Ramsay (in Helsingfors): **Ueber den Eudialyt von der Halbinsel Kola** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1892, Blgbd. **8**, 722—730 m. 2 Taf.). — Auf das Vorkommen von Eudialyt im Nephelinsyenit des russischen Lapplandes hat Verf. schon früher hingewiesen (Fennia, Bull. soc. geogr. Finl. 1890, Nr. 3) und seitdem bei wiederholten Besuchen neues Material gesammelt. Das Mineral tritt als Bestandtheil des Nephelinsyenits in den Gebirgen Lujawr-Urt und Umptek, sowie in den dortigen Pegmatiten auf. Besonders reich an Eudialyt sind die im Umptek auftretenden Gänge, in denen folgende Krystallisationsordnung herrscht: 1) Nephelin, Feldspath, Aigirin; 2) Eudialyt und einige andere seltene Mineralien; 3) dunkle, eisenreiche Mineralien, hauptsächlich Aegirin; 4) Zeolithe. — Zwischen den Feldspathtafeln und dem Nephelin, sowie an den Wänden früherer, oft mehrere cm breiter Spalten hat sich der Eudialyt abgesetzt, am häufigsten indess bekleidet er nur die Wände der mit grünem, filzigem, Strahlstein-ähnlichem Aigirin ausgefüllten Hohlräume in gut ausgebildeten, 1 mm bis 5 cm dicken Krystallen. Im Umptek und Lujawr-Urt kommen endlich noch schmale Spalten vor, die nur mit Pegmatitmineralien ausgefüllt sind, mit Eudialyt und Aigirin. Der Eudialyt zeigt dieselben Formen, wie der von Grönland, nämlich $r = \{10\bar{1}1\}R$, $e = \{01\bar{1}2\}\frac{1}{2}R$, $z = \{10\bar{1}4\}\frac{1}{4}R$, $s = \{02\bar{2}1\}-2R$, $a = \{11\bar{2}0\}\infty P2$, $b = \{10\bar{1}0\}\infty R$, $o = \{0001\}0R$. An grösseren Krystallen wurden die Winkel mit dem Anlegegoniometer, an kleineren mit dem Reflexionsgoniometer gemessen.

$$b : c = 1 : 2,1072.$$

	Gemessen:		Berechnet:
	Refl.-Gon.	Anl.-Gon.	
$(10\bar{1}1):(0001)$ =	67° 39,′5	67° 40′	—
$(10\bar{1}4):(0001)$ =	31 19	31 40	31° 15,′25
$(01\bar{1}2):(0001)$ =	50 32,75	50 45	50 35
$(02\bar{2}1):(0001)$ =	—	79 30	—
$(01\bar{1}2):(10\bar{1}1)$ =	—	61 45	—
$(11\bar{2}0):(1\bar{2}10)$ =	—	60	—
$(11\bar{2}0):(0001)$ =	—	90	—
$(10\bar{1}4):(01\bar{1}2)$ =	—	42 30	—
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ =	—	53 30	—

Die Krystalle aus dem Nephelinsyenit sind dickprismatisch mit den Formen *o, r, a*, die aus den Pegmatiten dicktafelförmig, Spaltbarkeit ausser nach $\{0001\}$,

bisweilen auch nach {11$\bar{2}$0} sehr deutlich. Die Farbe ist bei frischen Individuen meist kirsch- oder granatroth, mit starkem Glasglanz auf den Spaltungsflächen, seltener bräunlich und Zirkon-ähnlich, bei veränderten blass rosa. Dünne Schnitte sind noch gefärbt, zeigen aber keinen Dichroismus. In gegen die Basis geneigten Dünnschliffen offenbart sich Zonarstructur. Die concentrischen Hüllen werden durch radial verlaufende Grenzen in Sectoren-ähnliche Felder getheilt, diese Grenzen gehören keiner krystallographischen Form an, in der Regel beginnen sie an den Combinationskanten zwischen {0001} und den Rhomboëderflächen einer im Inneren liegenden Schicht und ziehen durch die entsprechenden Ecken der äusseren Schichten an die Ränder der Basis. Die isomorphen Schichten und die Sectorenfelder unterscheiden sich durch die Stärke der (sehr schwachen) Doppelbrechung von einander, welche ohne Gesetzmässigkeit von Schicht zu Schicht schwankt; nur die an die Basis grenzenden Sectoren sind schwächer doppeltbrechend als die seitlichen Felder. Der optische Charakter in den meisten Schichten der seitlichen Felder ist positiv, in den gegen die Basis gewandten Partien meist negativ, selten sind sie isotrop. Der Eudialyt ist optisch anomal und deutlich zweiaxig (Axenwinkel in basalen Schnitten bis 15° +), die Axenebenen sind in verschiedenen Theilen ungefähr senkrecht der nächstliegenden Trace von {10$\bar{1}$1} orientirt. Erhitzungsversuche in dem Fuess'schen Erhitzungsapparate an zwei der Verticalaxe parallelen Schnitten angestellt bewirkten in dem einen eine Abnahme der Doppelbrechung in den positiven Seitenfeldern bei nicht sehr hoher Temperatur, der andere schien negativ in allen Feldern zu werden. Der zonare Aufbau des Minerales weist darauf hin, dass es eine Reihe isomorpher Substanzen umfasst; in der That lassen sich mit Thoulet'scher Lösung bei 18° C. zwischen den Grenzen 2,923 und 2,835 eine continuirliche Reihe von Portionen ausscheiden, die grösste Menge fiel zwischen 2,882 und 2,888.

In einem Prisma von Eudialyt aus dem Pegmatit von Umptek, dessen Kante parallel der optischen Axe war, wurde gemessen:

	ω	ε	$\varepsilon - \omega$
rothes Glas	1,6085	1,6105	0,002
Na-Licht	1,6014	1,6129	0,0025

Mit einem Babinet'schen Compensator wurden folgende Werthe gemessen:

$\varepsilon - \omega = +0{,}00041;\ +0{,}00036;\ +0{,}00063;\ +0{,}00132 \pm 0{,}0\ldots$

Verf. hat bereits früher die Vermuthung ausgesprochen, dass die Eukolit-Eudialyt-Gruppe eine isomorphe Reihe umfasse, in welcher die äussersten Glieder von einem Eudialyt mit maximaler positiver Doppelbrechung und von einem Eukolit mit maximaler negativer Doppelbrechung gebildet würden. Bei den dazwischen liegenden Gliedern nimmt die Stärke der Doppelbrechung ab und einige können für gewisse Farben isotrop werden. Der Aufbau der Kola-Eudialyte scheint dies zu bestätigen. In einer Tabelle sind die wichtigsten krystallographischen und optischen Daten und die specifischen Gewichte der Eudialyte und Eukolite zusammengestellt:

	$a:c$	Spec. Gew.	$\frac{2\omega+\varepsilon}{3}$	$\varepsilon - \omega$	Opt. Char.
Eukolit Arö (Brögger, diese Zeitschr. 16, 490).	1:2,0966	3,10—2,98	1,620	0,0027	—
Eudialyt Umptek	1:2,1072	2,92—2,83	1,609—1,606	0,002	+ u. —
Eudialyt Kangerdluarsuk (Kokscharow, Mat. z. Mineral. Russl. 9, 29) .	1:2,11159	2,85	1,604	0,0018	+

	$a:c$	Spec. Gew.:	$\frac{2\omega+\varepsilon}{3}$	$\varepsilon-\omega$	Opt. Charakter:
Eudialyt Magnet Cove (Williams, Ann. Rep. Geol. Surv. of Ark. 1891, 203)	1:2,1117	2,83—2,80	—	—	+

Der Kola-Eudialyt umfasst demnach die mittleren Glieder der Eukolit-Eudialyt-Reihe. Die chemischen Unterschiede der Glieder dieser Gruppe sollen demnächst bestimmt werden.

Ref.: H. Traube.

29. H. Traube (in Berlin): **Ueber die Krystallformen optisch einaxiger Substanzen, deren Lösungen ein optisches Drehungsvermögen besitzen** (N. Jahrb. für Min., Geol. u. s. w., Beil.-Bd. 8, 269—274, 510—522). — Verf. hat hexagonale und tetragonale Krystalle in Lösung activer Substanzen, deren Symmetrie-Eigenschaften mit dem Pasteur'schen Satze, nach welchem optisch active Körper in gewendeten Krystallen krystallisiren, in Widerspruch zu stehen schienen, genauer durch Aetzfiguren untersucht und auch einige hierher gehörige Substanzen neu dargestellt.

1. Rechtsweinsaures Antimonoxyd-Strontium, $Sr(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2$.

Krystallsystem: Hexagonal-hemimorph-hemiëdrisch mit sechszähliger Verticalaxe (erste hemimorphe Tetartoëdrie).

$$a:c = 1:0,8442.$$

Beobachtete Formen: $M = \{10\bar{1}0\}\infty P$, $o = \{10\bar{1}1\}P$, $o' = \{20\bar{2}\bar{1}\}2P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(20\bar{2}\bar{1}):(02\bar{2}\bar{1})$	= *52° 50′	—
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$	= 41 3	40° 51′
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$	= 45 48	45 43
$(20\bar{2}\bar{1}):(10\bar{1}0)$	= 26 50	27 9

Marignac (Ann. d. mines 1859 (5), 15, 283) hatte noch $\{0001\}0P$ beobachtet und die Krystalle als holoëdrisch beschrieben; die vom Verf. nach der Vorschrift von Kessler (Pogg. Ann. 1848, 75, 410) dargestellten Krystalle waren hemimorph, indem an dem einen Ende nur o, an dem anderen nur o' auftrat, bei längerem Fortwachsen trat an dem einen Ende zu o' noch o hinzu. Die Krystalle sind pyroëlektrisch, durch das Kundt'sche Bestäubungsverfahren wurde ermittelt, dass der analoge Pol an dem Ende liegt, an dem o', der antiloge an dem o auftritt. Die durch Wasser auf den Prismenflächen erzeugten Aetzfiguren zeigten sich unter dem Mikroskop als asymmetrische Trapeze mit zwei zur Kante $(10\bar{1}0)(10\bar{1}1)$ parallelen Seiten. Die längere Seite ist dem antilogen Pol zugewandt. Aus der asymmetrischen Gestalt und der Vertheilung der Aetzfiguren folgt, dass die Krystalle nur eine polare sechszählige Symmetrieaxe besitzen, welche Symmetrieeigenschaften der hemimorph-hemiëdrischen Gruppe (erste hemimorphe Tetartoëdrie) des hexagonalen Systems eigen sind, für die ein Beispiel noch nicht bekannt war. (Für den Nephelin hatte es Baumhauer früher wahrscheinlich gemacht, dass er in derselben Abtheilung des hexagonalen Systems krystallisire: diese Zeitschr. 6, 209; 18, 611, vgl. auch Tenne, N. Jahrb. f. Min. 1883, 2, 334). In 2 cm dicken basischen Platten konnte Verf. Circularpolarisation nicht beobachten. Des

Cloizeaux (Ann. d. mines 1858 (5), 14, 18) hatte es unentschieden gelassen, ob ein Drehungsvermögen vorhanden sei oder nicht. Negative Doppelbrechung.

2. Rechtsweinsaures Antimonoxydblei, $Pb(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2$.

Krystallsystem: Hexagonal-hemimorph-hemiëdrisch mit sechszähliger Verticalaxe (erste hemimorphe Tetartoëdrie).

$$a:c = 1:0,8526.$$

Beobachtete Formen: $o = \{10\bar{1}1\}P$, $o' = \{20\bar{2}\bar{1}\}2P$, $m = \{10\bar{1}0\}\infty P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(20\bar{2}\bar{1}):(02\bar{2}\bar{1})$ =	*52° 47′	—
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}\bar{1})$ =	40 49	41° 4′
$(10\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ =	45 41	45 7
$(10\bar{1}0):(20\bar{2}\bar{1})$ =	27 10	26 39

Die bei 60° C. gebildeten Krystalle zeigen dieselbe Ausbildung wie die der Strontiumverbindung, bei längerem Fortwachsen entwickelten sich die Pyramidenflächen so stark, dass die Prismenflächen fast ganz zurücktraten. Bezüglich des pyroëlektrischen Verhaltens und der Aetzfiguren besteht vollständige Analogie mit dem Strontiumsalz. Negative Doppelbrechung, Drehungsvermögen konnte in 3 mm dicken basischen Platten nicht nachgewiesen werden.

3. Rechtsweinsaures Antimonoxyd-Baryum,
$Ba(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + H_2O$.

Von dem weinantimonsauren Baryum existirt im freien Zustande kein Anhydrid; bei 60° scheidet sich, wie Verf. fand, ein Salz mit 1 Mol. H_2O ab.

Krystallsystem: Tetragonal-hemimorph-hemiëdrisch-(hemimorph tetartoëdrisch).

$$a:c = 1:0,44058.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\} = \infty P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $o = \{111\}P$, $r = \{201\}2P\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(1\bar{1}1)$ =	*43° 55′	—
$(111):(110)$ =	58 8	58° 4½′
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	63 45	63 51
$(201):(100)$ =	48 23	48 37
$(201):(\bar{2}01)$ =	82 47	82 46
$(201):(11\bar{1})$ =	28 3	27 52

Die Pyramide o tritt an beiden Enden auf, während r nur an einem Ende vorhanden ist, die Krystalle sind also hemimorph, der analoge Pol liegt an dem Ende, an dem nur o auftritt, der antiloge, an dem r zu beobachten ist. Die Aetzfiguren stellen asymmetrische Trapeze dar, die beiden längeren Seiten liegen parallel den Prismenkanten, von den beiden anderen Begrenzungslinien ist die dem analogen Pol zugewendete stärker gegen die Richtung der Verticalaxe geneigt, als die gegenüberliegende. Aus der Gestalt und Vertheilung der Aetzfiguren auf den Prismenflächen ergiebt sich, dass die Krystalle nur eine polare vierzählige Symmetrieaxe besitzen, sie stellen somit das erste Beispiel der hemimorph-hemiëdrischen

(hemimorph-tetartoëdrischen) Gruppe des tetragonalen Systems dar. **Positive** Doppelbrechung, ein Drehungsvermögen konnte nicht beobachtet werden.

4. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + schwefelsaures Natron, $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + Na_2SO_4$.

Diese vom Verf. dargestellte Verbindung bildet sich aus einer Lösung, welche neben Kalibrechweinstein einen Ueberschuss von Natriumsulfat enthält bei 60° C., es scheidet sich hierbei zuerst Na_2SO_4 wasserfrei ab. Bei niedrigerer Temperatur, bei der Na_2SO_4 als Glaubersalz krystallisirt, kann sich dieses Doppelsalz nicht bilden.

Krystallsystem: Tetragonal, trapezoëdrisch-hemiëdrisch.

$$a : c = 1 : 1,08323.$$

Beobachtete Formen: $o = \{111\}P$, $m = \{110\}\infty P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(1\bar{1}1)$ =	*72° 37′	—
$(111):(110)$ =	33 24	33° 8′

Kleinere Krystalle sind wasserhell, grössere meist trübe, die Mehrzahl zeigt pyramidalen Habitus, *a* tritt nur selten auf, *m* besitzt eine Streifung parallel $(111):(110)$. Weniger häufig sind nach (001) dünntafelförmige Krystalle. Die trapezoëdrische Hemiëdrie geht erst aus den durch Wasser erzeugten Aetzfiguren hervor, sie stellen auf der Basis Tritopyramiden, auf den Prismenflächen asymmetrische Sechsecke dar, deren Seiten alle untereinander in der Grösse verschieden sind, zwei gegenüberliegende Seiten gehen in ihnen der Kante $(111):(110)$ parallel, zuweilen bestehen sie auch aus zwei in ihren Grössen verschiedenen Flächen. Aus der Gestalt und Lage dieser Aetzfiguren ergiebt sich, dass die Krystalle nur fünf zweiseitige Symmetrieaxen besitzen. Die negative Doppelbrechung ist sehr stark. Circularpolarisation in 0,5 cm dicken basischen Platten nicht wahrnehmbar.

5. Traubenzucker-Jodnatrium, $2C_6H_{12}O_6 + NaJ + H_2O$.

Aus einer 2 Mol. Traubenzucker auf 1 Mol. Natriumjodid enthaltenden Lösung sich abscheidende Krystalle. Das Krystallwasser entweicht erst bei 130° C., wobei sich die Substanz stark bräunt.

Krystallsystem: Hexagonal, trapezoëdrisch-tetartoëdrisch.

$$a : c = 1 : 1,83883.$$

Beobachtete Formen: $r = \{10\bar{1}1\}R$, $r' = \{01\bar{1}1\}-R$, $s = \{11\bar{2}3\}\frac{\frac{2}{3}P2}{2}$, $s' = \{2\bar{1}\bar{1}3\}-\frac{\frac{2}{3}P2}{2}$, $n = \{11\bar{2}0\}\frac{\infty P2}{2}$, $n' = \{2\bar{1}\bar{1}0\}-\frac{\infty P2}{2}$, $m = \{10\bar{1}0\}\infty P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(\bar{1}101)$ =	*104° 4′	—
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ =	53 32	53° 46′
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}\bar{1})$ =	76 50	76 56
$(01\bar{1}\bar{1}):(01\bar{1}0)$ =	25 4	25 16

	Gemessen:	Berechnet:
$(01\bar{1}0):(01\bar{1}1)$	= 25° 32′	25° 16′
$(10\bar{1}1):(11\bar{2}0)$	= 38 43	38 27
$(11\bar{2}3):(2\bar{1}\bar{1}3)$	= 45 46	45 32
$(11\bar{2}3):(0\bar{1}11)$	= 28 52	28 47
$(11\bar{2}3):(10\bar{1}1)$	= 74 29	74 43
$(11\bar{2}3):(01\bar{1}1)$	= 28 39	28 46½

Die Krystalle sind wasserhell, die Lösung aber, aus der sie sich abscheiden, dunkel rothgelb (durch geringe Mengen Jod). Der erste Anschuss zeigt meist nur r, bei weiterem Fortwachsen tritt r' und die anderen Formen, insbesondere die rechte trigonale Pyramide s hinzu, welche die Polkanten von r schief abstumpft. In vielen Fällen entwickelt sich auch noch die linke trigonale Pyramide s', deren Flächen aber stets viel kleiner, als die von s sind. Auch die Aetzfiguren auf den Rhomboëderflächen weisen auf trapezoëdrische Tetartoëdrie hin. Doppelbrechung positiv. Die Krystalle sind meist optisch anomal, was sich in schwacher Zweiaxigkeit (Axenwinkel ca. 4° in Luft), Verzerrung der farbigen Ringe des Interferenzbildes im convergenten Lichte und bisweilen auch durch Feldertheilung zu erkennen giebt. Krystalle aus chemisch reinem Traubenzucker zeigen keine Feldertheilung, worauf Klein schon beim Traubenzucker-Chlornatrium hinwies (vergl. N. Jahrb. f. Min. 1883, 1, 87; 1887, 1, 200). Die optischen Anomalien sind wahrscheinlich durch Wachsthumsvorgänge hervorgerufen.

6. Traubenzucker-Bromnatrium, $2C_6H_{12}O_6 + NaBr + H_2O$.

In der nach Städeler (Lieb. u. Kopp, Jahresb. 1854, 621) wasserfreien Substanz konnte Verf. 1 Mol. H_2O nachweisen (Wasserverlust bei 130° C. 3,58 %, berechnet 3,74).

Krystallsystem: Hexagonal-trapezoëdrisch-tetartoëdrisch.

$$a : c = 1 : 1,86143$$

(1 : 1,8511 Miller, Ann. Chem. Pharm. 1864, 129, 286).

Beobachtete Formen: $r = \{10\bar{1}1\}R$, $r' = \{01\bar{1}1\}-R$, $s = \{11\bar{2}3\}\frac{\frac{2}{3}P2}{2}$, $s' = \{2\bar{1}\bar{1}3\}-\frac{\frac{2}{3}P2}{2}$, $m = \{10\bar{1}0\}\infty P$, $n = \{11\bar{2}0\}\frac{\infty P2}{2}$, $n' = \{2\bar{1}\bar{1}0\}\frac{\infty P2}{2}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(01\bar{1}1):(01\bar{1}\bar{1})$	= *49° 54′	—
$(01\bar{1}1):(01\bar{1}0)$	= 25 14	24° 57′
$(01\bar{1}0):(01\bar{1}1)$	= 24 46	24° 57
$(10\bar{1}1):(\bar{1}101)$	= 103 19	103 29½
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$	= 54 4	53 55
$(11\bar{2}3):(2\bar{1}\bar{1}3)$	= 46 1	45 49½
$(11\bar{2}3):(0\bar{1}11)$	= 28 46	28 50
$(11\bar{2}3):(10\bar{1}1)$	= 74 38	74 39½
$(11\bar{2}3):(01\bar{1}1)$	= 28 2	28 20½

In der Flächenvertheilung und allen optischen Eigenschaften stimmt diese Verbindung vollständig mit dem Traubenzucker-Jodnatrium überein. Einige

Krystalle verhielten sich optisch fast vollkommen normal. Von Miller (l. c.) wurde die Substanz für hexagonal-rhomboëdrisch gehalten.

7. Traubenzucker-Chlornatrium, $2C_6H_{12}O_6 + NaCl + H_2O$.

Krystallsystem: Hexagonal-trapezoëdrisch-tetartoëdrisch.

$a:c = 1:1,78542$ (1 : 1,7523 Heintze, diese Zeitschr. 11, 83).

Beobachtete Formen: $r = \{10\bar{1}1\}R$, $r' = \{01\bar{1}1\} - R$, $o = \{10\bar{1}2\} + \frac{1}{2}R$. $o' = \{01\bar{1}2\} - \frac{1}{2}R$, $m = \{10\bar{1}0\}\infty R$, $n = \{11\bar{2}0\}\frac{\infty P2}{2}$, $n' = \{2\bar{1}\bar{1}0\} - \frac{\infty P2}{2}$, $c = \{0001\}0R$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}2):(\bar{1}102)$ =	*76° 52′	—
$(10\bar{1}1):(\bar{1}101)$ =	102 24′	102° 22½′
$(10\bar{1}1):(0\bar{1}1\bar{1})$ =	77 24	77 37½
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ =	53 16	53 28
$(011\bar{1}):(0\bar{1}10)$ =	26 4	25 54
$(0\bar{1}10):(01\bar{1}1)$ =	25 39	25 54
$(01\bar{1}1):(01\bar{1}\bar{1})$ =	51 43	51 48
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2)$ =	38 29	38 15½
$(10\bar{1}1):(\bar{1}102)$ =	51 26	51 11¼
$(10\bar{1}1):(0001)$ =	64 31	64 6

Diese schon mehrfach untersuchte Substanz sollte nach Pasteur (C. R. 1856, 42, 347) und Des Cloizeaux (Ann. d. mines 1857 [5], 11, 322 — 1858 [5], 14, 369) rhombisch-hemiëdrisch, nach F. v. Kobell (Journ. f. pr. Ch. 1843, 28, 489 — 1856, 68, 217), Schabus (Best. d. Krystg. i. chem. Lab. erz. Prod., 1855, 21), Heintze (diese Zeitschr. 11, 83) hexagonal-rhomboëdrisch sein. Der erste Anschuss der vom Verf. beschriebenen Krystalle zeigte r und r' im Gleichgewicht, bei längerem Fortwachsen trat r' immer mehr zurück, der Habitus wurde rhomboëdrisch, ausserdem kamen hinzu m, n n', o und o', c bildete sich bei Krystallen aus salpetersaurer Lösung. Trigonale Pyramiden konnten nie beobachtet werden. Das Prisma zweiter Ordnung zeigte bisweilen an den abwechselnden Flächen einen Grössenunterschied, aus dem man auf das Vorhandensein zweier trigonaler Prismen schliessen konnte. Diese Ausbildung war jedoch nicht constant. Die trapezoëdrische Tetartoëdrie geht erst aus den Aetzfiguren auf den Rhomboëderflächen hervor, welche asymmetrische, vierseitige Pyramiden darstellten. Aus der Gestalt und Anordnung dieser Aetzfiguren ging hervor, dass die Krystalle nur eine zweiseitige dreizählige Verticalaxe und drei polare zweizählige Queraxen besitzen. Aehnlich waren auch die Aetzfiguren bei Traubenzucker-Jodnatrium und Traubenzucker-Bromnatrium, mit denen Traubenzucker-Chlornatrium auch in den optischen Eigenschaften übereinstimmte.

Mischkrystalle von Traubenzucker-Bromnatrium und Traubenzucker-Chlornatrium zeigten in zwei Fällen die Zusammensetzung:

1) $(2C_6H_{12}O_6 + NaBr + H_2O) + (2C_6H_{12}O_6 + NaCl + H_2O)$,
2) $(2C_6H_{12}O_6 + NaBr + H_2O) + 4(2C_6H_{12}O_6 + NaCl + H_2O)$.

Der Polkantenwinkel des Rhomboëders betrug bei 1) 103° 28′, bei 2) 102° 25′. Bei beiden Mischkrystallen treten bei längerem Fortwachsen in der

Lösung trigonale Pyramiden auf, was gleichfalls für die trapezoëdrische Tetartoëdrie des Traubenzucker-Chlornatriums spricht.

Die drei Verbindungen des Traubenzuckers mit NaJ, $NaBr$, $NaCl$ sind miteinander isomorph:

	$a : c$
$2C_6H_{12}O_6 + NaJ + H_2O$	1 : 1,83483
$2C_6H_{12}O_6 + NaBr + H_2O$	1 : 1,86143
$2C_6H_{12}O_6 + NaCl + H_2O$	1 : 1,78542.

Ref.: H. Traube.

30. H. Traube (in Berlin): **Ueber die Krystallform einiger weinsaurer Salze** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. Beil.-Bd. 8, 499—509, 523—534). — Die untersuchten Substanzen sind theils bereits bekannt, krystallographisch aber noch nicht bestimmt, theils vom Verf. neu dargestellt.

1. Weinsaures Antimonoxyd-Blei + $4H_2O$,
$Pb(SbO_2)(C_4H_4O_6)_2 + 4H_2O$; Dumas u. Piria, Liebig. Ann. 1842, 44, 92.

Krystallsystem: Monoklin-hemimorph.

$a : b : c = 0,90552 : 1 : 0,45642$; $\beta = 114^0\,22'$.

Beobachtete Formen: $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{1\bar{1}0\}\infty P'$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $q = \{011\}P\infty$, $m' = \{1\bar{2}0\}\infty P2$, $n = \{450\}\infty P\frac{5}{4}$.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(100)	= *40° 10′	—
(100):(001)	= *65 38	—
(001):(011)	= *24 32	—
(110):(1̄10)	= 99 48	99° 40′
(110):(12̄0)	= 20 56	21 4
(110):(450)	= 8 36	8 32½
(110):(001)	= 68 56	68 0
(12̄0):(001)	= 78 22	78 30
(450):(001)	= 72 45	72 39

Die 2—3 mm grossen, wasserhellen Krystalle zeigen meist nur p, p', a und c, bisweilen auch hemimorphe Ausbildung, indem auf der linken Seite noch m', auf der rechten n und q auftreten. Auch die Aetzfiguren auf den Prismenflächen entsprechen diesen Symmetrieverhältnissen. Im convergenten polarisirten Lichte erblickt man durch zwei gegenüber liegende Flächen p und p' die Spur einer optischen Axe am Rande des Gesichtsfeldes, die Auslöschungsschiefe auf p gemessen zur Kante (110):(100) betrug 30°.

2. Weinsaures Antimonoxyd-Baryum + $2\frac{1}{2}H_2O$,
$Ba(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + 2\frac{1}{2}H_2O$; Dumas u. Piria, Liebig. Ann. 1842, 44, 93; Berlin, Arch. d. Pharm. 1847, 52, 260.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,35617 : 1 : 0,48599$.

Beobachtete Formen: $o = \varkappa\{111\} + P$, $o' = \varkappa\{1\bar{1}1\} - P$, $b = \{010\}$ $\infty\breve{P}\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(1\bar{1}1)$ =	*35° 31′	—
$(111):(\bar{1}11)$ =	*49 15	—
$(110):(010)$ =	72 8	72° 14½′

Die nur mm grossen, unvollkommen ausgebildeten Krystalle sind nach der stark gekrümmten, im Sinne der Verticalaxe gestreiften Fläche *b* dünntafelförmig, die Flächen des Prismas und Makropinakoids sind nicht messbar, die Ausbildung der Pyramide weist auf Hemiëdrie hin. Ebene der optischen Axen *ab*, erste Mittellinie *a*, Charakter der Doppelbrechung negativ.

Wird weinsaures Antimonoxyd-Kali, Strontium, Baryum, Blei in eine concentrirte Chlornatriumlösung eingetragen, so krystallisiren Doppelsalze dieser weinantimonsauren Verbindungen mit Chlornatrium aus. Die Löslichkeit der sonst fast unlöslichen Strontium-, Baryum- und Bleisalze wird durch Zusatz von Chlornatrium sehr erhöht. Aus der Lösung der Doppelsalze krystallisiren die Componenten gesondert aus und man kann aus solchen Lösungen die vom Verf. früher beschriebenen einfachen weinantimonsauren Salze (s. d. vorst. refer. Arbeit. d. Verf.) bei höherer Temperatur leicht in grösseren Krystallen erhalten.

3. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + Chlornatrium, $2[K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2] + NaCl$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,89884 : 1 : 0,49562.$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $c = \{001\}0P$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(110)$ =	*41° 57′	—
$(100):(101)$ =	*61 5	—
$(110):(010)$ =	48 12	48° 3′
$(101):(001)$ =	29 2	28 55
$(010):(001)$ =	90 0	90 0
$(110):(001)$ =	68 22	68 11

Die wasserhellen, bis 3 mm grossen Krystalle sind im Sinne der Makroaxe ausgedehnt, die Basis tritt meist nur als schmale Fläche auf und fehlt häufig ganz. Die Hemiëdrie geht aus den mit Wasser auf den Prismenflächen erzeugten Aetzfiguren hervor. Ebene der optischen Axen *ac*, erste Mittellinie *c*, negative Doppelbrechung, unvollkommene Spaltbarkeit $\|$ (100). Um auf im Wasser leicht löslichen Krystallen mit Wasser Aetzfiguren zu erzeugen, schlägt Verf. vor auf eine unglasirte Thonplatte einen Tropfen Wasser zu spritzen und den Krystall mit der zu ätzenden Fläche sofort auf diesen zu legen. Da der Tropfen von der porösen Unterlage sehr rasch aufgesogen wird, kann der Krystall nur wenig angegriffen werden.

4. Weinsaures Antimonoxyd-Strontium + Chlornatrium,
$Sr(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + NaCl + 9H_2O$.

Krystallsystem: Monoklin-hemimorph.

$a : b : c = 0,77432 : 1 : 0,98442$; $\beta = 91^0 58'$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $p' = \{1\bar{1}0\}\infty P'$, $q = \{011\}P\infty$, $r = \{101\}-P\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(001):(011)$ =	*44° 24'	—
$(011):(01\bar{1})$ =	*90 54	—
$(100):(1\bar{1}0)$ =	*60 18	—
$(100):(10\bar{1})$ =	62 24	62° 16'
$(100):(011)$ =	89 46	89 24
$(001):(1\bar{1}0)$ =	90 35	90 32

Die wasserhellen, bis 2 mm grossen, nach a tafelförmigen Krystalle sind ausgezeichnet hemimorph, p tritt nur auf der linken Seite, q nur auf der rechten Seite auf, a zeigt Streifung im Sinne der Orthoaxe. Ebene der optischen Axen ist ac, erste Mittellinie fällt fast genau mit $\dot{a}$ zusammen, negative Doppelbrechung.

5. Weinsaures Antimonoxyd-Baryum + Chlornatrium,
$Ba(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + NaCl + 5H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,98650 : 1 : 0,48539$.

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $o = x\{111\}+P$, $o' = x\{1\bar{1}1\}-P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(010)$ =	*45° 55'	—
$(110):(100)$ =	44 3	44° 5'
$(1\bar{1}1):(111)$ =	*46 55	—
$(111):(\bar{1}11)$ =	48 47	48 32½
$(100):(111)$ =	65 33	65 44
$(010):(111)$ =	66 24	66 32½
$(110):(111)$ =	55 17	55 6

Die wasserhellen, bis 3 mm grossen Krystalle sind nach der Verticalaxe stark ausgedehnt und bisweilen tafelförmig nach a. Die Hemiëdrie geht erst aus den Aetzfiguren auf den Prismenflächen hervor. Ebene der optischen Axen ist ac, erste Mittellinie a, negative Doppelbrechung.

Doppelsalze des Brechweinsteins mit Natronsalpeteter hatte früher Martenson (Russ. Zeitschr. Pharm. 8, 20; Arch. d. Pharm. 1868, 188, 198) beschrieben, die aber von diesem und von Denin (ebenda) unvollständig chemisch und krystallographisch bestimmt worden sind. Die Darstellung der Verbindungen erfolgte in ähnlicher Weise wie die der Chlornatrium-Doppelsalze.

Vom weinsauren Antimonoxyd-Kali existiren zwei Molekularverbindungen mit salpetersaurem Natron. Zuerst bildet sich aus derselben Lösung Nr. 6, dann Nr. 7, dann wieder Nr. 6.

6. $2[K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2] + NaNO_3 + 2H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,91949 : 1 : 0,47627$.

Beobachtete Formen: $b = \{100\}\infty\breve{P}\infty$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $q = \{011\}\breve{P}$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(010):(110) =	47° 18′	47° 24′
(011):(010) =	71 31	71 36½
(101):(100) =	*62 37	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	*50 56	—
(011):(111) =	36 21	36 42½
(101):(110) =	69 12	69 21½

Die wasserhellen, bis 2 mm grossen Krystalle sind im Sinne der Verticalaxe ausgedehnt und nach {100} tafelförmig. Ebene der optischen Axen ist *ac*, erste Mittellinie *c*, negative Doppelbrechung. $2E = 88^0\ 37'$ (*Na*).

7. $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + NaNO_3 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,91206 : 1 : 0,50730$.

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $q = \{011\}\breve{P}$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$, $d = \{021\}2\breve{P}\infty$, $s' = \varkappa\{2\bar{1}1\}2\bar{P}2$.

	Gemessen:	Berechnet:
(010):(110) =	*47° 38′	—
(101):(100) =	*60 65	—
(101):(2$\bar{1}$1) =	25 15	25° 4′
(2$\bar{1}$1):(1$\bar{1}$0) =	42 24	42 19
(101):(110) =	67 31	67 23½
(101):(011) =	38 40	38 48
(021):(010) =	44 41	44 35
(100):(2$\bar{1}$1) =	45 44	45 53

Die bis 3 cm grossen wasserhellen Krystalle zeigen im ersten Anschuss *b*, *a*, *q*, *r*, letztere beiden oft im Gleichgewicht ausgebildet, beim Weiterwachsen tritt *r* sehr zurück und es kommt *s′* zur Entwickelung. Ebene der optischen Axen *ab*, erste Mittellinie ist *a*, Doppelbrechung negativ, $2E = 90^0\ 45'$ (*Na*).

Die beiden Doppelsalze des Kalibrechweinsteins mit Natronsalpeter sind auffallend isogon, ihre optische Orientirung ist aber verschieden.

8. Weinsaures Antimonoxyd-Strontium + salpetersaures Natron, $Sr(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + NaNO_3 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,91064 : 1 : 0,45397$.

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $p = \{110\}$ ∞P, $t = \{120\}\infty\breve{P}2$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(101):($\bar{1}$01) =	*52° 59′	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	*48 50	—
(011):(101) =	33 59	34° 8′
(100):(110) =	42 9	42 19
(120):(010) =	28 34	28 46
(011):(110) =	72 2	72 13

Die wasserhellen, bis 2 mm grossen Krystalle sind in der Richtung der Verticalaxe verlängert, die Hemiëdrie geht oft aus den Aetzfiguren auf den Prismenflächen hervor, ebenso wie bei den Doppelsalzen 9—15 und 17. Ebene der optischen Axen *ac*, erste Mittellinie *c*, positive Doppelbrechung.

9. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + salpetersaures Lithion, $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + LiNO_3 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,93944 : 1 : 0,52233.$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $r = \{101\}$ $\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$.

	Gemessen:	Berechnet:
(101):(10$\bar{1}$) =	*57° 2′	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	*54 4	—
(101):(011) =	38 14	38° 3′
(110):(1$\bar{1}$0) =	—	86 25½

An den oft über cm grossen, wasserhellen Krystallen fehlt häufig das Prisma, *r* und *q* sind meist im Gleichgewichte ausgebildet. Ebene der optischen Axen *ab*, *a* erste Mittellinie.

10. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + salpetersaure Magnesia, $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + MgN_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,94754 : 1 : 0,49677.$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $r = \{101\}$ $\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $t = \{560\}\infty\breve{P}\frac{6}{5}$.

	Gemessen:	Berechnet:
(101):(10$\bar{1}$) =	*55° 20′	—
(011):(010) =	*63 35	—
(101):(011) =	37 45	37° 28½′
(110):(1$\bar{1}$0) =	86 51	86 45
(100):(560) =	38 22	38 17½

Die wasserhellen, bis cm grossen Krystalle sind im Sinne der Verticalaxe ausgedehnt und meist nach *a* oder *b* tafelförmig, *t* ist nur selten vorhanden. Ebene der optischen Axen *ab*, *a* erste Mittellinie.

11. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + salpetersaures Zink, $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + ZnN_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$$a : b : c = 0,98722 : 1 : 1,51210.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$.

	Berechnet:	Gemessen:
$(100):(101) =$	*62° 35′	—
$(010):(011) =$	*62 53	—
$(101):(011) =$	38 1	37° 41½′
$(110):(1\bar{1}0) =$	89 19	89 16
$(110):(101) =$	70 59	71 9 14″

Aus einer Lösung hatten sich bei 60° C. bis 3 cm grosse, 1 cm breite, wasserhelle Krystalle dieser Verbindung abgeschieden. Ebene der optischen Axen *ab*, *a* erste Mittellinie.

12. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + salpetersaures Kupfer, $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + CuN_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$$a : b : c = 0,96330 : 1 : 0,51651.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(101):(100) =$	*61° 48′	—
$(011):(0\bar{1}1) =$	*54 38	—
$(101):(011) =$	38 14	38° 27′
$(110):(1\bar{1}0) =$	87 42	87 51½

Die hellblauen, durchsichtigen, bis 0,5 cm grossen Krystalle sind stets nach der Verticalaxe ausgedehnt. Ebene der optischen Axen *ab*, *a* erste Mittellinie.

13. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + salpetersaures Manganoxydul, $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + MnN_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$$a : b : c = 0,90097 : 1 : 0,50113.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(101) =	*60° 55′	—
(010):(011) =	*63 23	—
(101):(011) =	38 19	38° 23½′
(110):(1$\bar{1}$0) =	84 18	84 2

Die schwach rosafarbenen, durchsichtigen, bis cm grossen Krystalle werden meist nach einiger Zeit trübe; sie sind stets im Sinne der Verticalaxe ausgedehnt, *a* und *b* weisen bei grösseren Individuen häufig starke Knickungen auf. Ebene der optischen Axen *ab*, *a* erste Mittellinie.

14. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + salpetersaures Nickel, $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + NiN_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0{,}97870 : 1 : 0{,}51292.$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $r = \{101\}$ $\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$.

	Gemessen:	Berechnet:
(101):(10$\bar{1}$) =	*55° 19′	—
(100):(110) =	*44 23	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	56 29	56° 18½′
(101):(011) =	37 11	37 19½

Die grasgrünen, durchsichtigen, bis 3 mm grossen Krystalle weisen meist mangelhafte Flächenbeschaffenheit auf. Ebene der optischen Axen *ab*, *a* erste Mittellinie. Deutlicher Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ = gelblichgrün, $\mathfrak{b}$ = hellgelblichgrün bis fast farblos, $\mathfrak{c}$ = lauchgrün, $\mathfrak{c} > \mathfrak{a} > \mathfrak{b}$.

15. Weinsaures Antimonoxyd-Kali + salpetersaures Kobalt, $K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + CoN_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0{,}97555 : 1 : 0{,}49192.$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $r = \{101\}$ $\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $t = \{560\}\infty\breve{P}\frac{6}{5}$.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(101) =	*62° 33′	—
(010):(011) =	*63 54	—
(101):(011) =	37 14	37° 10′
(110):(1$\bar{1}$0) =	86 51	86 46½
(560):(010) =	38 19	38 13½
(110):(101) =	71 11	71 25

Die dunkelrothen, bis 4 mm grossen, nach der Verticalaxe ausgedehnten Krystalle zeigen im Gegensatze zum Nickelsalz gute Flächenbeschaffenheit. Ebene der optischen Axen *ab*, *a* erste Mittellinie, schwacher Pleochroismus.

16. Weinsaures Antimonoxyd-Calcium + salpetersaures Kali, $Ca(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + KNO_3 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,97988 : 1 : 0,51578$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $r = \{101\}$ $\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $t = \{120\}\infty\breve{P}2$, $o = \{111\} + P$.

	Gemessen:	Berechnet:
(011):(010) =	*62° 43′	—
(101):(10$\bar{1}$) =	*54 34	—
(101):(011) =	38 9	38° 2′
(101):(110) =	71 4	70 59
(110):(1$\bar{1}$0) =	88 46	88 50½
(010):(120) =	27 11	27 2
(101):(111) =	24 39	24 32
(011):(111) =	24 58	25 4
(111):(110) =	25 6	25 4

Die wasserhellen, bis cm grossen Krystalle sind meist in der Richtung der Verticalaxe ausgedehnt, b ist gewöhnlich grösser als a, r grösser als q. o ist nur mit kleinen Flächen vorhanden. Ebene der optischen Axen bc, b erste Mittellinie, $2E_{Na} = 64° 1'$. Dieses Doppelsalz war nach derselben Methode dargestellt, wie das, für welches Marignac (Ann. d. mines 1859 (5), 15, 284) die Zusammensetzung $4[CaO(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2] + 24H_2O$ und das Axenverhältniss $a : b : c = 0,5306 : 1 : 1,012$ angegeben hatte, setzt man in letzterem $a = c$, $b = a$, $c = b$, so erhält man $a : b : c = 0,98807 : 1 : 0,51233$, also eine nahe Uebereinstimmung mit 16; auch die optische Orientirung und die Grösse des von Des Cloizeaux (Ann. d. mines 1858 (5), 14, 354) im Marignac'schen Salz bestimmten scheinbaren Winkels der optischen Axen ist fast die gleiche. Die chemische Zusammensetzung beider Salze ist aber sehr verschieden.

17. Weinsaures Antimonoxyd-Baryum + salpetersaures Natron, $Ba(SbO)_2(C_4H_4O_6)_2 + NaNO_3 + H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,92546 : 1 : 0,57904$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$.

	Berechnet:	Gemessen:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*85° 34′	—
(100):(101) =	*32 2	—
(010):(011) =	30 15	30° 4½′
(011):(101) =	39 38	39 59
(110):(011) =	70 24	70 27

Die wasserhellen, 0,5 cm grossen Krystalle sind in der Richtung der Ver-

ticalaxe ausgedehnt und zeigen meist schlechte Flächenbeschaffenheit. Ebene der optischen Axen *ac*, *a* erste Mittellinie, positive Doppelbrechung.

Die 11 Doppelsalze 7, 8—17 zeigen ein sehr ähnliches Axenverhältniss und unverkennbare Beziehungen in ihrer Zusammensetzung. Wie aus nachstehender Tabelle hervorgeht, ist die optische Orientirung in den Salzen 7, 9—15 die gleiche, diese Salze sind mit einander isomorph, während die in ihrer optischen Orientirung abweichenden Salze 8, 16, 17 nur in morphotroper Beziehung zu diesen stehen.

				$a : b : c$	Ebene der opt. Axen:
7.	$K_2(SbO)_2(C_4H_4O_6)$	$+ NaNO_3$	$+ H_2O$	0,91206 : 1 : 0,50730	*ab*
9.	- - -	$+ LiNO_3$	+ -	0,93944 : 1 : 0,51233	-
10.	- - -	$+ MgN_2O_6$	+ -	0,94754 : 1 : 0,49677	-
11.	- - -	$+ ZnN_2O_6$	+ -	0,98722 : 1 : 0,52210	-
12.	- - -	$+ CuN_2O_6$	+ -	0,96330 : 1 : 0,51651	-
13.	- - -	$+ MnN_2O_6$	+ -	0,90097 : 1 : 0,50113	-
14.	- - -	$+ NiN_2O_6$	+ -	0,97870 : 1 : 0,51292	-
15.	- - -	$+ CoN_2O_6$	+ -	0,97550 : 1 : 0,49192	-
17.	*Ba* - -	$+ NaNO_3$	+ -	0,92546 : 1 : 0,57904	*ac*
8.	*Sr* - -	$+ NaNO_3$	+ -	0,91064 : 1 : 0,45397	-
16.	*Ca* - -	$+ KNO_3$	+ -	0,97988 : 1 : 0,51578	*bc*

Es liegt also in den Salzen 7, 9—15 der seltene Fall vor, dass sich in isomorphen Verbindungen verschiedenwerthige Elemente direct, d. h. ohne Rücksicht auf ihre Werthigkeit ersetzen können. Die Isomorphie wurde bei 7 und 15 direct durch Darstellung von Mischkrystallen erwiesen, indem hierbei die von J. W. Retgers (diese Zeitschr. 22, 598) angewandte Methode des Nachweises durch isomorphe Färbung benutzt wurde. Die auffallende Erscheinung, dass sich zwar *Na* und *Mg*, nicht aber *Ca* und K_2 isomorph vertreten können, findet ihre Erklärung darin, dass erstere sich nur in geringem Maasse an der procentischen Zusammensetzung der Salze betheiligen. Ein Vergleich der Krystallform der Salze 7, 9—15 mit der des reinen Kalibrechweinsteins ergiebt, dass die optische Orientirung bei den Doppelsalzen dieselbe geblieben, die Axe *a* nur wenig verändert, *c* aber um die Hälfte verkürzt ist.

Ref.: H. Traube.

31. J. Romberg (in Berlin): **Ein Mineral der Andalusitgruppe** (aus Petrographische Untersuchungen an argentinischen Graniten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Structur und der Entstehung derselben. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w., Beil.-Bd. 8, 340—347). — Gangartige Bildungen im paläozoischen Granit von Potrero nördlich Laguna Blanca, Prov. Catamarca, Argentinien, bestehen aus einem violetten, faserigen, schwach glänzenden Mineral, welches mit hellem Glimmer, dunkelgrünem Turmalin und dunkelblauem Korund verwachsen ist. Das Mineral besitzt eine Hauptspaltbarkeit nach einer breiteren, eine geringere nach einer schmaleren Fläche. Beide Spaltungsrichtungen stehen wahrscheinlich aufeinander senkrecht und verlaufen parallel der Faserung. Spec. Gew. des feinen Pulvers 3,255 bei 13,5° C. Das Mineral konnte von seinen Begleitern durch Thoulet'sche Lösung nicht getrennt werden, daher das

Analysenmaterial nicht frei von Beimengungen war. Eine Analyse, ausgeführt von Jannasch in Heidelberg, ergab:

SiO_2	35,01	
B_2O_3	2,51	
TiO_2	1,08	
Al_2O_3	51,49	
Fe_2O_3	1,04	$= FeO = 0,94$
CaO	0,28	
MgO	0,54	
K_2O	3,62	
Na_2O	0,96	
H_2O	3,02	
	99,55	

Glühverlust = 3,18 %, Spuren von Li_2O, etwas organische Substanz, kein Fluor. Das Pulver wird beim Glühen weiss, vor dem Gebläse sintert es stark, jedoch ohne zu schmelzen, mit Fluorcalcium-Hydrokaliumsulfat-Gemisch giebt es am Platindraht deutlich die grüne Borflamme. Von Flusssäure wird es nur unvollkommen zersetzt, nach starkem Glühen lässt es sich aber mit Fluorammonium aufschliessen. Vor dem Löthrohre ist das Mineral unschmelzbar, entfärbt sich aber. Das Verhältniss von Säuren zu Basen ist nach der Analyse 33 : 34, beim Andalusit 1 : 1, Dumortierit 3 : 4, entspricht also fast genau dem Andalusit. Die mikroskopische Untersuchung liefert Ergebnisse, die das Mineral gleichfalls in die Nähe des Andalusits stellen, jedoch auch Eigenschaften, welche mehr für Dumortierit sprechen. Besonders bemerkenswerth ist der sehr kräftige Pleochroismus, geht die Längserstreckung der Krystalle parallel dem Polarisator, so erscheinen die Krystalle farblos, senkrecht dazu intensiv pfirsichblüthroth bis carmoisinroth. Bei anhaltendem Glühen wird der Pleochroismus geschwächt. Das Brechungsvermögen und die negative Doppelbrechung sind ziemlich stark. In Schnitten senkrecht zur Faserung erscheint im convergenten Lichte das Interferenzbild einer senkrecht zur ersten Mittellinie getroffenen Platte eines rhombischen Krystalls, sehr starke Dispersion, $\varrho > v$. Die Ebene der optischen Axen liegt also parallel der vollkommenen Spaltbarkeit in der Längsrichtung, erste Mittellinie negativ parallel der Längsrichtung. $2E = 67^0$ approximativ. Vom Andalusit unterscheidet sich das Mineral ausser durch die chemische Zusammensetzung, dem Gehalt an Bor, Titan, Alkalien, Wasser, durch stärkere Doppelbrechung und kleineren Axenwinkel. Für die Zugehörigkeit zum Dumortierit spricht die ziemliche Uebereinstimmung in der Zusammensetzung mit den Vorkommnissen von Harlem, N. Y. (Riggs, diese Zeitschr. **15**, 127) und von Clip, Yuma County, Arizona (Diller und Whitefield, diese Zeitschr. **18**, 80), bei denen das Analysenmaterial gleichfalls fremde Beimengungen enthielt, dagegen, die Stärke der Doppelbrechung, die röthlich-violette Farbe und der Axenwinkel. Verf. möchte hiernach das Mineral zunächst weder zum Andalusit noch zum Dumortierit stellen, wenngleich es diesen entschieden nahe steht; die Unterschiede gegen diese Mineralien sind aber nicht gross genug, um bei der immerhin noch nicht genügend sicher gestellten chemischen Zusammensetzung die Aufstellung einer neuen Species zu rechtfertigen.

Ref.: H. Traube.

82. C. Klein (in Berlin): **Ueber das Krystallsystem des Apophyllits und den Einfluss des Druckes und der Wärme auf seine optischen Eigenschaften** (Sitzungsber. k. preuss. Akad. Wiss. Berlin 1892, 18, 217; N. Jahrb. f. Mineral., Geol. etc. 1892, 2, 165). — Der Verf. giebt zunächst eine umfassende Zusammenstellung der Literatur über den Apophyllit und bespricht sodann in historischer Reihenfolge die von den verschiedenen Forschern an diesem Mineral gemachten Beobachtungen, sowie die zu deren Erklärung aufgestellten Theorieen. Hierauf werden ähnliche optische Erscheinungen, wie sie am Apophyllit zu studiren sind, an verschiedenen Combinationen zweiaxiger und einaxiger Mineralien genauer untersucht. Bei Betrachtung der Verhältnisse der Nörrembergschen rechtwinkligen Glimmercombinationen wird namentlich die Wirkung zweier übereinandergelagerter Glimmercombinationen untersucht, von welchen sich die untere in Diagonalstellung zu den Nicols, die obere um 45° gegen diese gedreht befindet. Die dabei auftretende »Brillenfigur« lässt sich auch hervorbringen durch eine Platte eines optisch zweiaxigen Minerals mit kleinem Axenwinkel und einen darüber verschiebbaren Keil eines optisch einaxigen Minerals, dessen eine Fläche genau ⊥ zur optischen Axe ist; haben beide Mineralien gleichen Charakter der Doppelbrechung, so stellt sich die Brillenfigur || der Axenebene des zweiaxigen Minerals, im anderen Falle ⊥ dazu. Anstatt des Keiles eines optisch einaxigen Minerals ⊥ zur Axe lässt sich auch ein solcher || zur Axe verwerthen, wobei man natürlich auf die Verschiedenheit der Richtungen der beiden Elasticitätsaxen Rücksicht nehmen muss. Die Glimmercombinationen von Reusch zur Nachahmung der Circularpolarisation im hexagonalen und tetragonalen System werden hauptsächlich in den Aussenfeldern untersucht, wo sich nur zwei, resp. bei der tetragonalen 45°-Combination zwei oder drei Lamellensysteme überlagern. Die beiden unter 60° gegeneinander liegenden Lamellensysteme bringen eine Drehung der Ebene der optischen Axen um 30°, sowie eine Verringerung des Axenwinkels von 77° auf 55° hervor.

Zwei Lamellensysteme unter 45° gegeneinander geneigt zeigen ein Ausweichen der Axenebene um 22½° und eine Verringerung des Axenwinkels von 82½° auf 60°; drei ebensolche zeigen das Axenbild in der ursprünglichen Lage, der Axenwinkel ist aber nur mehr 44°.

Die hierbei auftretenden Erscheinungen (Verschiedenheit des Axenwinkels an verschiedenen Stellen, abweichende Lage der Axenebene) sind auch beim Apophyllit und anderen optisch anomalen Mineralien zu beobachten. Die optischen Erscheinungen aber, welche den Apophyllit besonders charakterisiren, und welche man als Apophyllitringe bezeichnet, werden am besten klargelegt durch die von Dr. Steeg angegebene Combination einer optisch einaxigen positiven Krystallplatte ⊥ zur Axe mit einem darüber verschiebbaren Keil eines optisch einaxigen negativen Minerals, dessen eine Fläche ⊥ zur Axe geschnitten ist. Bei Beobachtung dieser Combination im convergenten polarisirten Lichte werden zunächst die Ringe erweitert, bekommen dann den eigenthümlichen Farbenton, welcher Platten von Brucit charakterisirt und bei weiter eingeschobenem Keil zeigt sich die Erscheinung des Leukocyklit, bei welcher die Reihenfolge der Farben in den Ringen die umgekehrte ist. In einem weiteren Stadium erhält man um ein gelbliches Mittelfeld farbige Ringe in umgekehrter Reihenfolge, und man kann constatiren, dass bis hierher die Doppelbrechung für Roth bis Blau positiv geblieben ist. Bei weiterem Einschieben erscheint das Mittelfeld lebhaft gefärbt, für einige Farben ist die Combination positiv, für andere isotrop, für wieder andere negativ. Krystalle, in welchen die Doppel-

brechung für einzelne Farben gleich Null ist und welche daher die prächtigen Interferenzbilder geben, werden vom Verfasser als Chromocyklite bezeichnet. Endlich wiegt der negative Antheil vor, und man erhält das normale Axenbild der negativen Componente.

Bei specieller Untersuchung der optischen Eigenschaften des Apophyllits wurde Material von folgenden Fundorten verwendet:

a) Apophyllite von positivem Charakter der Doppelbrechung.

1. Vorherrschend pyramidale Krystalle von St. Andreasberg, Harz; Oberscheld bei Dillenburg, Nassau; Cziklova und Oravicza (röthliche Krystalle), sowie Nagyág, Ungarn (neues Vorkommen mit Laumontit); Hestöe und Wideröe, zwei der Färöer; Island; Nordmarken; Lake Superior; Bergenhill, N. J.; Golden, Col.; Anganguco und Guanajuato, Mexico; Poonah, Indien.

2. Prismatisch-pyramidale Krystalle von Naalsöe, Färöer; Faroë [? Ref.]; Poonah, Indien.

3. Basisch-pyramidal-prismatische Krystalle von der Grube Himmelsfürst b. Freiberg, Sachsen; Böhmisch-Leipa; Montecchio maggiore bei Vicenza, Oberitalien; Seisser Alpe, Südtirol; Langesundfjord, Norwegen; Utö, Schweden (wasserhelle und röthliche Krystalle); Bergenhill, N. J.

4. Blättrige Partien vom Fundy-Bay, Nova Scotia. Dieselben stellen sich im convergenten polarisirten Lichte zumeist als Leukocyklite dar, zeigen hier und da den St. Andreasberger Typus, selten die Erscheinung der »Brucitringe«.

b) Apophyllite von nach Schichten wechselndem Charakter der Doppelbrechung.

1. Dem prismatisch-basisch-pyramidalen Typus angehörige Krystalle von Linz a. Rhein; Auerbach a. d. Bergstrasse; Cziklova und Oravicza, Ungarn; Insel Skye, Schottland; Gustavsgrube bei Gustavsburg, Jemtland, Schweden; Guanajuato, Mexico (neues Vorkommen); New-Almaden, Cal.; Bergenhill, N. J.; Poonah, Indien.

2. Blättrige Partieen vom Storr Mt. auf Skye und Hällestad, Östergotland, Schweden.

3. Mattweisse und gelbliche Tafeln von Utö, Schweden.

Die Schichten dieser Krystalle beginnen häufig mit positivem Leukocyklit und endigen mit dem für den grössten Theil des Spectrums negativen Chromocyklit.

Eine Untersuchung einer grösseren Reihe von Spaltblättchen dieser Vorkommnisse ergab, dass die meisten im parallelen polarisirten Lichte eine Feldertheilung erkennen lassen, welche sich fast überall mit der krystallographischen Umgrenzung in Zusammenhang bringen liess. Der Verf. unterscheidet demnach ein fast stets optisch einaxiges Basisfeld, optisch zweiaxige Pyramiden- und Prismenfelder, welche dann manchmal wieder eine Lamellirung zeigen. Die Vertheilung der einzelnen Felder ist z. Th. sehr regelmässig, z. Th. sind die Grenzen der einzelnen Partieen weniger scharf und geradlinig.

Charakteristisch ist es, dass in zweiaxigen Partieen solcher Krystalle, welche für Blau negativ, für Roth positiv sind (der umgekehrte Fall wurde nicht beobachtet), die Axenebenen der beiden Farben gekreuzt stehen.

Die Auslöschung der einzelnen Felder geht in vielen Fällen schief zur Um-

grenzung unter einem Winkel von 6—7° und auch die Bisectrix tritt nicht selten schief aus, Verhältnisse, welche auf einen Aufbau der Krystalle aus Elementen sehr niederer Symmetrie (wahrscheinlich triklinen) hinweisen.

Die optischen Erscheinungen führen den Verf. zu der Annahme, dass sich eine optisch negative Substanz isomorph mit einer optisch positiven mischt, und dass die Krystalle aus Schichten verschiedener Mischung aufgebaut sind. Die optisch positivsten Glieder zeigen im convergenten polarisirten Lichte ähnliche Interferenzerscheinungen, wie der Brucit, »Brucitringe«; die Substanz derselben ist aber wahrscheinlich umgewandelt, da die betreffenden Stellen, welche diese Erscheinung zeigen, getrübt sind und dasselbe Bild durch Erwärmen der anderen Vorkommnisse auf 275° erzielt werden kann, bei welcher Temperatur das Mineral sein Krystallwasser verliert. Gleichfalls noch für alle Farben positiv ist der Leukocyklit, bei welchem die Ringe für rothes und für blaues Licht gleich weit sind. Bei den farbenprächtigen Chromocykliten finden sich Uebergangsstadien, bei welchen die Doppelbrechung für einzelne Farben gleich Null geworden ist. Dieselben zeigen ein verwaschenes schwarzes Kreuz in farbigem Grunde, und zwar ist dessen Farbe, wenn die Doppelbrechung für jenseits von Blau liegende Strahlen = 0 ist, gelb, für Blau = 0 orange, für Grün = 0 roth bis violett, für Gelb = 0 indigo bis blau, für Roth = 0 blau etc. Die Ringe dieser Vorkommnisse sind sehr weit. Bei weiterer Zunahme des negativen Bestandtheils steigt die negative Doppelbrechung und die Ringe werden normal und enger.

Alle optischen Erscheinungen am Apophyllit sind veränderlich mit dem Druck, welcher senkrecht zur Randkante von (111) angebracht die Wirkung hat, dass an ursprünglich normalen Krystallen dieselben Anomalieen entstehen, wie sie die meisten natürlichen Vorkommnisse aufweisen, und dass diese, wo sie schon vorhanden sind, verstärkt werden. Nach dem Aufhören des Druckes tritt aber jedesmal der ursprüngliche Zustand wieder ein. Durch Erhöhung der Temperatur wird die Wirkung der optisch negativen Componente geringer, was der Verf. auf den eintretenden Wasserverlust zurückführt.

Die Symmetrie der einzelnen Sectoren, in welche die Apophyllitplatten zerfallen, ist in einzelnen Fällen nur mit dem triklinen System zu vereinigen, wenn auch häufig höhere Symmetrie vorhanden zu sein scheint.

Die ganze Structur des Apophyllits liesse sich leichter mit der Annahme eines secundären Zerfalls des ursprünglich quadratischen Krystalls erklären, als durch den Aufbau aus Theilen niederer Symmetrie.

Ref.: E. Weinschenk.

38. K. v. Chrustschoff (in St. Petersburg): **Ueber zwei neue Mineralsynthesen** (Bull. de l'acad. impér. sciences St. Pétersbourg 1892, 35, 343). — Die Synthesen wurden in einem neuen Apparate ausgeführt, welcher aus einem massiven Platintiegel mit umgefalzten Rändern besteht, der in einen Gussstahlblock eingelassen ist. Derselbe ist mit einem angeschliffenen Platindeckel gedeckt, welcher etwa 1 cm in die Tiegelöffnung hineingreift. Ueber diesem befindet sich eine Kupferplatte und darüber eine Stahlscheibe, auf welche eine starke Schraube wirkt, die in einer massiven Gussstahlkappe geführt wird, welch letztere durch einen Bajonettverschluss mit dem Gussstahlblock in Verbindung gebracht wird.

In diesen Apparat wurden nun gelatinöse SiO_2, ebensolche Al_2O_3 und ZrO_2, welche frisch dargestellt waren, hineingegeben und nun längere Zeit, zuletzt noch 12 Stunden lang zu dunkler Rothgluth erhitzt. Nach Abnehmen der Kappe

war das Wasser verflüchtigt, aber in dem Rückstande wurden kleine, glänzende, sechsseitige Täfelchen mit gerader Auslöschung beobachtet, welche schwache Doppelbrechung besitzen. Das spec. Gewicht ist 2,87, die Analyse ergab: SiO_2 53,65, Al_2O_3 23,76, ZrO_2 14,54, H_2O (Verlust) 7,86; was etwa einem ZrO_2-haltigen Pyrophyllit entspricht.

Bei einem zweiten Versuche wurde der Verschluss mit einem Goldreif gedichtet und gelatinöse SiO_2 und ebensolche ZrO_2 hineingethan. Nach zweistündigem Erhitzen zu deutlicher Rothgluth war das Wasser noch vollständig vorhanden, und es fanden sich neben amorphen Substanzen, welche durch HF und HCl entfernt werden konnten, in diesen Säuren unlösliche Krystalle, welche als Zirkon erkannt wurden. Dieselben zeigen die Formen {111}, {110}, {100}, {221}, {311}, {101}. Vorherrschend sind pyramidale Krystalle nach {111}, selten sind langprismatische mit {110} und {111}, zu welchen in einigen Fällen noch {100} kommt; die übrigen Formen sind sehr selten. Die an reinem Material ausgeführte Analyse ergab: SiO_2 32,84, ZrO_2 67,17; spec. Gew. bei 12° = 4,4537.

Ref.: E. Weinschenk.

84. **H. Eck** (in Stuttgart): **Schwerspath mit Zwillingslamellen von Schenkenzell im Schwarzwalde** (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892, 44, 139). — An blättrigen Schwerspathmassen eines Ganges im Granitit auf dem Rücken östlich vom Kroppenstein bei Schenkenzell im oberen Kinzigthale wurde auf den basischen Spaltflächen eine feine parallele Streifung beobachtet, welche weniger deutlich auch auf den Prismenflächen hervortritt. Wahrscheinlich sind dieselben nach dem Makrodoma {601} eingewachsen.

Ref.: E. Weinschenk.

85. **R. Brauns** (in Marburg): **Hauyn in den Bimsteinsanden der Umgebung von Marburg** (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892, 44, 149). — In der Nähe des Gisselberges, 5½ km südlich von Marburg, finden sich im Sande kleine, mikroskopisch und mikrochemisch sicher mit Hauyn zu identificirende Krystallbruchstücke.

Ref.: E. Weinschenk.

86. **K. Kosmann** (in Berlin): **Hydrocalcit, ein neues Calciumhydrocarbonat** (»Glückauf«, Berg- und Hüttenmännische Zeitung, Essen 1892, Nr. 38; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892, 44, 155). — In einer Bergmilch aus einer Höhle bei Wolmsdorf, Grafschaft Glatz, Schlesien, beobachtete der Verf. feinste Nädelchen von starker Lichtbrechung, welche oft unter 120° verwachsen sind. Die chemische Untersuchung führt ihn zu der Ansicht, dass in denselben ein »Hydrocalcit« von der Zusammensetzung $CaCO_3 + 2H_2O$ vorliegt.

Ref.: E. Weinschenk.

87. **J. Lemberg** (in Dorpat): **Zur mikrochemischen Untersuchung einiger Minerale** (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892, 44, 224).

Derselbe: Zum mikrochemischen Nachweis des Eisens (ebenda, 823).

Man bedient sich mit Vortheil einer wässerigen Lösung, welche ca. 6% HF, 4% HNO_3 und 2% $AgNO_3$ enthält, um im Dünnschliff Mineralien kenntlich zu machen, welche Chlor oder Schwefel enthalten. Im ersten Falle bildet sich als

Ueberzug über das Mineral eine Schicht von $AgCl$, welche durch Entwickelung mit Pyrogallol oder durch Belichtung kenntlich gemacht werden kann, im zweiten entsteht eine braune Schicht von Ag_2S. So lassen sich z. B. verschiedene Skapolithe kenntlich machen, ebenso zeigt sich, dass Hauyn von Niedermendig das Sodalithsilicat ganz gleichmässig beigemengt enthält; im Eudialyt wurde ein Gehalt an S nachgewiesen, neben welchem auch noch Chlor vorhanden ist, das aber nur bei Anwesenheit von $KMnO_4$ in der Lösung erkennbar wird, da sich dann das Ag_2S oxydirt. Schliffe von Lasurstein werden an den blauen isotropen Stellen hellbraun gefärbt.

Gediegener Schwefel wird im Dünnschliffe durch Behandlung mit einer Lösung von KOH und $TlNO_3$ kenntlich gemacht, der Schwefel, ebenso auch Realgar und Auripigment, scheiden braunes Schwefelthallium aus.

Zur Unterscheidung von arsensaurer und phosphorsaurer Ammoniakmagnesia bedient man sich der Umsetzung des Salzes mit $AgNO_3$-Lösung, das Ag_3AsO_4 bildet einen braunen Ueberzug.

Calcit setzt sich mit neutraler $AgNO_3$-Lösung in der Wärme zu $AgCO_3$ um, welches eine dünne Haut bildet, die durch Entwickelung mit Pyrogallol oder durch Färbung mit K_2CrO_4 sichtbar gemacht wird. Aehnlich verhalten sich auch Witherit und Alstonit, während Aragonit und ebenso Strontianit, Magnesit und Dolomit nur sehr ungleichmässige Reactionen erkennen lassen. Auch kann man den Kalkgehalt in Sulfaten auf diese Weise kenntlich machen, wenn man das Sulfat zunächst durch Digeriren mit K_2CO_3-Lösung in Carbonat überführt.

Aus durch Oxalsäure angreifbaren Mineralien, welche CaO enthalten, schlägt sich dieses als oxalsaurer Kalk nieder, welcher mit $AgNO_3$ zu oxalsaurem Silber wird, das entweder mit Pyrogallol oder K_2CrO_4 nachzuweisen ist, so z. B. in Apatit, Melilith. Bei Silicaten, welche sich mit Schwermetalllösungen umsetzen, kann man gleichfalls ähnliche Methoden anwenden, so z. B. bei Chabasit mit $AgNO_3$ und nachheriges Färben mit K_2CrO_4, zur Unterscheidung von Calcit mit $TlNO_3$, das mit K_2CrO_4 zu gelbem Tl_2CrO_4 wird.

Schwermetalle in solchen Mineralien, welche mit neutralen oder alkalischen Lösungen nicht in Wechselwirkung treten, werden mit einer Lösung von Flusssäure und Ferrocyankalium nachgewiesen, so z. B. Fe in Cordierit. Auf ähnliche Weise ausgeschiedenes Ferrocyanmangan wird durch Br zu Mangansuperoxydhydrat oxydirt.

Schwefeleisen, welches auf einem Dünnschliffe niedergeschlagen wurde, verwandelt sich mit Ferridcyankalium rasch in Turnbull's Blau.

Im Anschlusse wurden Versuche über die Umbildung von Silicaten in alkalischen Lösungen angestellt. Gehlenit (Monzoni), bei 200° 156 Stunden lang mit 10 % K_2CO_3-Lösung behandelt, liefert $CaCO_3$ und ein Kalisilicat.

Batrachit (Monzoni), bei 100° acht Monate lang mit 18 % Na_2CO_3-Lösung behandelt, giebt fast alles CaO an die Lösung ab, aus welcher dasselbe mit Na_2CO_3 in grossen Krystallen als Gaylussit sich ausscheidet. Derselbe, bei 200° 156 Stunden lang mit 20 % K_2CO_3-Lösung behandelt, verlor sein CaO nur zum grösseren Theil.

Turmalin (rother von Schaitansk), bei 200° 586 Stunden mit 12 % Na_2SiO_3-Lösung behandelt, giebt sein B_2O_3 ab und nimmt H_2O, SiO_2 und Na_2O auf. Brauner Turmalin von Gouverneur, ebenso 270 Stunden lang digerirt, zeigte nur geringe Zersetzung.

Von Staurolith (Zillerthal mit HF gereinigt). Bei 200° 586 Stunden mit 12 % Na_2SiO_3-Lösung blieben nur 21 % unverändert, der Rest war in ein H_2O- und

Na_2O-haltiges Silicat umgewandelt, welches zum Theil aus Ikositetraëdern von Analcim bestand.

Beryll gab unter denselben Verhältnissen bis auf 19 % Na_2O reiche, durch HCl zerlegbare Silicate.

Cordierit von Orijärfvi bei 200° 300 Stunden lang mit 15 % K_2CO_3- resp. 14 % Na_2SiO_3-Lösung digerirt, lieferte K_2O- resp. Na_2O- und H_2O-haltige Silicate.

Ein Wismuthsilicat der Zusammensetzung $H_2ONa_2OBi_2O_36SiO_2$ wurde in schlecht entwickelten Krystallen erhalten durch Eintragen von 6 g wasserfreiem $BiCl_3$ in 11 g des in seinem Krystallwasser geschmolzenen Salzes $Na_2SiO_38H_2O$ und 175 Stunden lang andauernde Digestion des Ganzen bei 210°—220°.

Ref.: E. Weinschenk.

38. **O. Herrmann** (in Leipzig): **Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Biotit in Granitit von Schluckenau** (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1892, **44**, 341). — Auf dem böhmischen Antheil der Section Schirgiswalde-Schluckenau der geologischen Karte des Königreichs Sachsen ist an zwei Punkten der Biotit des Granitits durch Eisenglanz ersetzt, und man kann unter dem Mikroskop den Process der Umbildung verfolgen. Es lagern sich die durchsichtigen Täfelchen von Eisenglanz auf den Spaltflächen des ausgebleichten Biotits ab.

Ref.: E. Weinschenk.

39. **K. Kosmann** (in Berlin): **Kämmererit oder Rhodochrom bei Tampadel in Schlesien** (Ebenda, 359). — In dem Chromeisenerzlager am Schwarzen Berg bei Tampadel am Zobten finden sich in drusenartig erweiterten Klüften frei aufsitzende Krystalle von Rhodochrom mit Quarz und Chlorit. Der Rhodochrom bildet violette bis grünliche klare Krystalle mit vollkommener Spaltbarkeit nach {001}; sie sind zumeist pyramidal ausgebildet und nach der Hauptaxe 5—6 mm lang.

Gleichzeitig wird eine Analyse von »Magnochromit« von Grochau am Zobten gegeben: Cr_2O_3 40,25; Al_2O_3 19,90; Fe_2O_3 1,48; FeO 13,46; MgO 16,79; SiO_2 7,80, sowie Spuren von Vanadin.

Ref.: E. Weinschenk.

40. **A. W. Stelzner** (in Freiberg): **Die Zinnerzlagerstätten von Bolivia** (Ebenda, 531). — Das Vorkommen von Zinnerz scheint auf die Strecke zwischen dem 15°. und 21°. südl. Br. beschränkt zu sein, der nördlichste Punkt ist Moho in der peruanischen Provinz Huancané am Titicacasee, gegen Süden folgen auf bolivianischem Gebiete die Gänge von Carabuco am Titicacasee, die von Milluni am Huaina Potosi, von Colquiri, von Oruro, vom Cerro de Leon und Avicaya in der Provinz Poopó, von Chayanta Potosi und Porco, von Tasna, von Chorolque, von Chocaya und Cotagaito; alle diese Grubengebiete liegen auf der östlichen Kante der bolivianischen Hochebene. Das Zinnerz findet sich selten in Krystallen, meist nierig oder derb. Begleitet wird es von Zinnkies, edlen Silbererzen, Fahlerz, Bleiglanz und Zinkblende, Ullmanit und Antimonglanz, Wolfram, Wismutherzen und Arsenkies, ferner Quarz (ohne Trapezoëderflächen), Baryt und Carbonspäthen, endlich Steinmark. Das Zinnerz ist gleichzeitiger Bildung mit den anderen Erzen und oft in den oberen Theilen der Gänge angereichert. In geologischer Beziehung stehen die Vorkommnisse mit Trachyt und Andesit in Verbin-

dung, welche von den Zinn- und Silbererzgängen durchsetzt werden. Es fehlen der Paragenesis des bolivianischen Zinnerzes die Bor- und Fluor-haltigen Mineralien vollständig.

Ref.: E. Weinschenk.

41. M. Grunenberg (in Hermsdorf bei Waldenburg in Schles.): **Uebersicht über die Geschichte des Cölestins und Beiträge zur Kenntniss seiner physikalischen Eigenschaften** (Inaug.-Diss. Univ. Erlangen, Breslau 1892, 43 S.). — Nach einer chronologisch geordneten Literaturübersicht (1791—1892) giebt der Verf. zunächst eine geologische Gruppirung der Cölestin-Vorkommen, sodann die Geschichte der Entwickelung unserer Kenntnisse des Minerals, aus der hier nur die Formentabelle mit Angabe der ersten Beobachter*) wiedergegeben werden soll:

a(100)	Haüy	1801	x(115)	Grailich-Lang	1857
b(010)	Moricand	1821	q(114)	Mohs-Zippe	1839
c(001)	Haüy	1801	f(113)	Mohs-Zippe	1839
M(110)	Haüy	1801	s(112)	A. Schmidt	1880
n(120)	Hugard	1850	σ(221)	Arzruni	1872
?(250)	Moricand	1821	ϑ(124)	Hintze	1886
γ(650)	Auerbach	1869	y(122)	Mohs-Haidinger	1824
ω(750)	Auerbach	1869	β(121)	Grailich-Lang	1857
u(320)	Auerbach	1869	K(253)	Websky	1857
t(530)	Auerbach	1869	ω(5.12.10)	Websky	1857
p(210)	Websky	1857	κ(135)	Miller	1852
?(10.3.0)	Zimányi	1857	ψ(133)	Haüy	1822
o(011)	Haüy	1801	μ(132)	Moricand	1821
ξ(0.1.12)	Phillips	1823	Θ(131)	Websky	1857
ϱ(018)	Moricand	1821	η(277)	A. Schmidt	1880
r(015)	Hugard	1850	E(146)	Websky	1857
i(013)	Mohs-Zippe	1839	χ(144)	Miller	1852
h(012)	Hugard	1850	A(143)	Websky	1857
ζ(023)	Websky	1857	[(144) und (143)?	Hugard	1850]
ε(021)	Hugard	1850	τ(142)	Websky	1857
k(101)	Hugard	1850	B(153)	Arzruni	1872
?(1.0.10)*	Panebianco	1884	L(155)	Stuber	1891
δ(108)	Moricand	1821	G(169)	Websky	1857
λ(2.0.11)	A. Schmidt	1880	φ(166)	Websky	1857
l(104)	Haüy	1822	F(187)	Websky	1857
v(207)	A. Schmidt	1880	π(1.16.16)	Websky	1857
g(103)	Mohs-Zippe	1839	J(1.16.24)	Websky	1857
d(102)	Haüy	1801	H(1.24.23)	Websky	1857
e(304)	Philllips	1823	V(524)	Stuber	1891
X(908)	Stuber	1891	D(215)	Panebianco	1884
z(111)	Haüy	1801	υ(324)	Websky	1857

Wenn schon früher versucht wurde, einen Zusammenhang zwischen den

*) 1801 Haüy (Min. **2**, 213). — 1821 Moricand und Soret (Mém. soc. phys. Genève 1822). — 1822 Haüy (Min. **2**, 30). — 1823 Phillips (Min. 186). — 1824 Mohs-Haidinger (Min. 1824, **2**, 145; translat. Haid. 1825, **2**, 126). — 1839 Mohs-Zippe (Naturg. Min. **2**, 126). — 1850 Hugard (Ann. mines **18**, 3; Compt. rend. **31**, 169). — 1852 Miller (Phillip's Min. 527). — 1857 Websky (Zeitschr. d. geol. Ges. **9**, 303). — 1857 Grailich und V. v. Lang (Sitzungsber. Akad. Wien **27**, 33). — 1869 Auerbach ebenda **59**, 549). — 1872 Arzruni (Zeitschr. d. geol. Ges. **24**, 477). — 1880 A. Schmidt (diese Zeitschr. **6**, 99). — 1884 (Panebianco (ebenda **11**, 400). — 1886 Hintze (ebenda **11**, 220). — 1887 Zimányi (ebenda **17**, 512). — 1891 Stuber (ebenda **19**, 437).

Schwankungen der Krystallwinkel und der chemischen Zusammensetzung (Beimischung von $BaSO_4$ oder $CaSO_4$), resp. dem specifischen Gewicht zu finden, so werden im Anschlusse an eine Zusammenstellung aller bisherigen optischen Bestimmungen am Cölestin die Beobachtungen mitgetheilt, welche an verschiedenen Krystallindividuen goniometrisch und optisch gewonnen wurden. Von drei Stufen von Bristol in England wurden Krystalle heruntergenommen, gemessen und dann dieselben Krystalle zu Platten normal zur ersten und zweiten optischen Mittellinie verschliffen. Zu diesen Versuchen dienten: 1. eine Stufe »von der Exeter-Eisenbahn« mit bläulichen dünntafeligen Krystallen; I. zeigte neben herrschendem $c\{001\}$ und $M\{110\}$ untergeordnet aber glänzend $o\{011\}$, $d\{102\}$, $l\{104\}$; 2. eine Stufe vom Pylle-Hill nordwestlich von Bristol mit farblosen bis schwach gelblichen Krystallen (II—IV) vom selben Habitus wie I; 3) eine Stufe von Aust-Ferry bei Bristol mit farblosen bis gelblichen, zuweilen etwas rosarothen Krystallen (V—VIII), *cM* in ungefähr gleicher Ausdehnung, *dl* untergeordnet, *o* meist noch mehr zurücktretend.

	I.		II.		III.		IV.	
	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.	gem.
oo(011) (01̄1)	75° 44′	*	75° 54′	*	75° 42′	*	75° 28′	75° 30′
dd(102) (10̄2)	101 13	*	101 19	—*)	101 12	*	101 8	*
dl(102) (104)	17 4	17° 3′	17 3	—*)	17 4	17° 2′	17 5	17 6
lc(104) (001)	22 19	22 19	22 17	22° 19′	72 20	22 21	22 21	—
MM(110) (1̄10)	76 8	76 0	76 4	—	76 9	76 10	76 19	*
oM(011) (110)	—	—	60 56	*	60 54	60 56	—	—

	V.		VI.		VII.		VIII.	
	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.	gem.	ber.	gem.
oo(011) (01̄1)	[illegible]	—**)	—	—	—	—	75° 46′	*
dd(102) (10̄2)	101 0	*	101° 16′	*	101° 11′	*	101 20	101° 22′
dl(102) (104)	17 6	17° 4′	17 4	17° 3′	17 4	17° 2′	17 3	17 5
lc(104) (001)	22 24	22 23	22 18	—	22 20	22 21	22 17	22 14
MM(110) (1̄10)	76 31	—***)	—	—	—	—	76 13	76 10
oM(011) (110)	—	—	—	—	—	—	60 54	*
dM(102) (110)	60 2	*	—	—	—	—	—	—

Zur Messung des spitzen optischen Axenwinkels wurden Platten nach $a\{100\}$, des stumpfen nach $c\{001\}$ angefertigt. In Cassiaöl †) von

$$n_{Li} = 1,5777 \qquad n_{Na} = 1,5878 \qquad n_{Tl} = 1,5988$$

an Krystall Nr. I.				
Li	$2E = 84°\,52'$	$2H = 50°\,49'$	$2H$ berechnet ††)	50° 38′
Na	86 44	51 16		51 15
Tl	88 0	51 17		51 34

*) *d* am Krystalle nicht ausgebildet.

**) *o* nicht ausgebildet.

***) Nur eine *M*-Fläche ausgebildet.

†) Durch die Brechungsquotienten des angewendeten Oeles erleidet die starke Dispersion im Cölestin eine bedeutende Reduction. In gewöhnlichem Mandelöle war $2H_0$ nicht mehr messbar.

††) Aus $2E$ und den Brechungsquotienten des Oeles.

Für Na-Licht		$2H_a$	$2H_o$	$2V$	$2E$	β
Exeter-Eisenbahn	I.	51°16′	134°16′	50°18′	86°46′	1,6162
Pylle-Hill	II.	—	134 54	—	—	—
	III.	51 38	134 25	50 34	87 30	1,6190
	IV.	50 18	131 27	49 59	84 52	1,5970
Aust-Ferry	V.	50 13	134 56	49 21	84 43	1,6140
	VI.	—	130 35	—	—	—
	VII.	51 27	—	—	87 8	—
	VIII.	52 0	134 32	50 50	88 13	1,6214

		MM	oo	dd	$2H_a$
Aust-Ferry	VIII.	76°13′	75°46′	101°20′	52° 0′
Pylle-Hill	III.	76 9	75 42	101 12	51 38
Aust-Ferry	VII.	—	—	101 11	51 27
Exeter-Eisenbahn	I.	76 8	75 44	101 13	51 16
Pylle-Hill	IV.	76 19	75 28	101 8	50 18
Aust-Ferry	V.	76 31	75 8	101 0	50 13

Vorstehende, nach der Grösse von $2H_a$ geordnete Tabelle deutet darauf hin, dass nicht nur bei den Krystallen derselben Stufe, sondern auch bei denen verschiedener Stufen mit dem Abnehmen des spitzen optischen Axenwinkels eine Abnahme des stumpfen Winkels dd zu erfolgen scheint, ebenso vielleicht eine Abnahme von oo; die Winkel MM (an allen Krystallen weniger genau messbar, als die der Domen) fügen sich weniger leicht in ein Bild des Vergleiches, weisen aber anscheinend eine Zunahme auf.

Ref.: C. Hintze.

42. **H. Pohlig** (in Bonn): **Zinnober von Almaden; Sapphir und Magnetkies vom Oelberg im Siebengebirge bei Bonn** (Sitz.-Ber. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde, Bonn 1892, S. 46, 48, 54 u. 55, Sitzung vom 7. März, 2. Mai u. 9. Mai 1892). — Bergmännisch werden in Almaden drei Zinnobererze unterschieden. Gerade das geringste enthält auf den Klüften des schwarzen oder verwittert hellgrauen Gesteins die schönsten Zinnoberkrystalle; die zweite Qualität, die derbe rothe, kommt in vielen Abstufungen vor; die werthvollste von stahlgrauer Farbe, dicht, mit muscheligem Bruch, von hohem, dem des Quecksilbers nahekommenden specifischen Gewicht, besonders in einer dem Eisenglimmerschiefer ähnlichen krystallinischen Varietät. Alle Erze enthalten mehr oder weniger Eisenkies in Nestern und Nieren. Erwähnt werden ferner »grosse dunkle Zinnober-Rhomboëder, die verzerrt sind, zum Theil würfelähnlich, mit gekrümmten Flächen, von welchen die eine horizontal, die zwei anderen vertical gestreift sind«. — Ein bunt angelaufener blauer Sapphir aus dem Basalt des Oelberges war ausnahmsweise frei aus dem Gestein herausgefallen; ein anderer Krystall mit schwarzer, weiss verwitternder Schmelzrinde überzogen. Ein »Magnetkieswürfel« aus Oelberg-Basalt war von einer violetten, Jaspis-artigen Lage umhüllt.

Ref.: C. Hintze.

43. **R. H. Solly** (in Cambridge): **Mineralien der Apatit-führenden Gänge von Nörestad bei Risör an der Südküste Norwegens** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. No. 45, July 1892, 10, 1—7. Read Nov. 10th, 1891).

1. Apatit. Die mehr oder weniger veränderten, oft cavernösen Krystalle von hell graubrauner Farbe erscheinen nahezu parallel mit den Prismenflächen an einander gewachsen und häufig von monosymmetrischem Habitus durch entsprechend ungleichmässige Ausdehnung der Prismen- und Pyramidenflächen.

2. Rutil. Die stahlfarbenen, auf dem Bruch rothbraunen Krystalle {100} {111} {101} {110} spalten leicht nach {100}; selten Zwillinge nach {101}.

3. Zirkon. Die denen aus dem Zirkonsyenit des südwestlichen Norwegens ähnlichen dunkel rothbraunen Krystalle {110} {100} {111} {311} {221} sind zuweilen eigenthümlich gebogen.

4. Skapolith. Die Krystalle {100} {110} {311} {111} von zweierlei Habitus: die 1—30 cm grossen gleichen denen von Arendal, die kleinen schmutzigweissen dem Mejonit der Monte Somma, besonders auch in Bezug auf die unsymmetrische Ausbildung von {111}.

5. Amphibol und Pyroxen*). Die grossen grünen Augite {110} {010} {100} {001}, meist Zwillinge nach {100}, zeigen ausgezeichnete Uralitisirung; auf Spaltungsflächen nach dem Hornblendeprisma von 55° 30′ optische Auslöschung unter 14° zur Verticale.

6. Sphen. Dunkel- bis hellbraune, glas- bis fettglänzende Krystalle {001} {101} {011} {123} {145} {$\bar{1}$01} {$\bar{1}$21} {$\bar{2}$33}, bis 12 cm lang und 5 cm breit; stets Zwillinge nach {001}, mit ausgezeichneter Absonderung und polysynthetischer Zwillingsbildung nach einer Fläche der Zone [{011} {101}], die an den kleineren Krystallen {145}, an den grösseren {134} zu entsprechen scheint. Dichte 3,6.

Nach Herrn Collins sind diese Apatit-führenden Gänge in Gneiss, Hornblende- und Glimmerschiefer, gelegentlich auch Quarzit, lediglich durch wässerige Lösungen ausgefüllt worden, während Brögger und Reusch (Nyt Mag. Naturvid. Christiania 1880, 295) einen eruptiven Ursprung annahmen, wenigstens für die von ihnen besonders im Gabbro beobachteten Lagerstätten.

Ref.: C. Hintze.

44. J. H. Collins (in London): **Ueber den Pinit von Breag in Cornwall** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. No. 45, July 1892, **10**, 8—9, read Nov. 10th, 1891). — Mehrfach in den Porphyrgängen von West-Cornwall, besonders in dem, welchen das Meer bei Praa erreicht, in einer aus weissem Quarz und grünlichgrauem, etwas koalinisirtem Feldspath bestehenden Grundmasse neben grauen Rauchquarzen und röthlichen oder weissen Kalifeldspath-Zwillingen dunkelgrüne oder braune bis schwarze, häufig bündelig gruppirte Krystalle mit anscheinend 12 Prismenflächen; Dichte 2,8. Wegen des hohen Kaligehaltes:

SiO_2	Al_2O_3	$FeO + Fe_2O_3$	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O	Verlust	Summe
45,90	38,80	0,50	0,24	0,16	8,09	Spur	5,20	1,11	100,00

vermuthet Verf., dass nicht eine Pseudomorphose nach Cordierit, sondern wie beim Gieseckit nach Nephelin vorliege.

Ref.: C. Hintze.

45. H. A. Miers und **G. T. Prior** (in London): **Danalith von Cornwall** (Ebenda, No. 45, July 1892, **10**, 11—14, read Nov. 10th, 1891). — Die Stufe

*) Vergl. auch Kenngott (N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1890, **1**, 88).

kam 1864 (vor der Entdeckung des Danaliths in Amerika) von Redruth. Zusammen mit Quarzsäulen und kleinen Arsenkiesen, röthliche, im Allgemeinen Granat-ähnliche Krystalle, aber von tetraëdrischem Habitus, 3—5 cm gross; ursprünglich für Fahlerz-Pseudomorphosen gehalten. Jedoch in kleinen Hohlräumen der grossen Krystalle winzige aber gut ausgebildete röthlichbraune oder gelbe glänzende Tetraëder, optisch isotrop. Härte zwischen 5—6, Dichte 3,350. Die Analyse (I)

	I.		II.	III.
SiO_2	29,48		31,85	33,33
FeO	37,53		4,26	4,45
MnO	11,53		42,47	41,43
ZnO	4,87	Al_2O_3	0,74	0,77
BeO	14,17		14,25	14,92
CaO	Spur		3,16	—
S	5,04		4,81	5,03
	102,62		101,54	102,93

entspricht besser der Formel $RS, 7RO, 3SiO_2$, als der gewöhnlich angenommenen $RS, 6RO, 3SiO_2$. Unter II eine neue Analyse des Helvins von Schwarzenberg an einem etwas mit Fluorit gemengten Material, welches unter III in Abzug gebracht ist (entsprechend dem Kalkgehalt); Dichte 3,202.

Ref.: C. Hintze.

46. Henry F. Collins (in London?): **Mineralogische Notizen von Torreon im Staate Chihuahua in Mexico** (Ebenda No. 45, July 1892, 10, 15—19, read Nov. 10th, 1891).

1. Aurichalcit. Auf zersetztem Kupferkies grünlich- bis himmelblaue Krusten und einzelne perlmutterglänzende schuppige Kryställchen.

H_2O	8,50
CO_2	16,22
CuO	19,91
ZnO	54,77
CaO	0,46
SO_3	Spur
	99,86

2. Eigenthümlich zersetzter Kupferkies. Das Ursprungsmaterial der Kupfermineralien der Torreongrube (Kupferglanz, Malachit, Kupferlasur, Kieselkupfer) findet sich sehr selten als frischer Kupferkies. Pseudomorphe Krystalle davon pflegen mehr oder weniger vollständig in eine matte schwärzliche Masse umgewandelt zu sein, die an möglichst reinem Material ergab:

SiO_2	5,52	(Beimengung)
CuO	34,34	(entsprechend 26,62 % Cu)
Fe_2O_3	41,97	(- 29,38 % Fe)
ZnO	1,26	
CaO	0,81	
CO_2	6,86	
S	1,53	
H_2O	8,22	(gebunden)
	99,51	

Diese Art der Umwandlung glaubt der Verf. unter Berücksichtigung der Paragenesis (Abwesenheit von Sulfaten, stete Gegenwart von Malachit) nur durch Einwirkung heissen Wassers erklären zu können, das Kohlensäure und Calciumbicarbonat in Lösung enthielt.

Ref.: C. Hintze.

47. **Frank Rutley** (in London): **Ueber Manganitkrystalle von Harzgerode** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. No. 45, July 1892, **10**, 20—21. Read Nov. 10th, 1891). — Eisenschwarze Krystalle von langsäulenförmigem Habitus waren aus vielen kleinen Individuen zusammengesetzt, die {110} von 80° 20′ mit {210} von 45° 45′ und am Ende die gekrümmten Flächen einer steilen Pyramide mit höchstens sehr kleinen, etwas convexen Basisflächen zeigten. Die gebogene Combinationskante zwischen Prismen- und Pyramidenflächen steigt von der Verticalkante (210):(2$\bar{1}$0) convex nach der Kante (110):(1$\bar{1}$0) auf.

Ref.: C. Hintze.

48. **J. Stuart Thomson** (in Upphall b. Edinburgh): **Analyse des Aragonits von Shetland** (Ebenda No. 45, July 1892, **10**, 22—23. Read Nov. 10th, 1891). — Am Sobul Hill auf der Insel Unst kommt Aragonit gangartig in edlem Serpentin vor und zeigt in Hohlräumen strahlig gruppirte, bis über 2 Zoll lange Krystalle. Dichte 2,876; $CaCO_3$ 98,77, $MgCO_3$ 0,50, H_2O 0,76, Summe 100,03.

Ref.: C. Hintze.

49. **H. A. Miers** (in London): **Auripigment** (Ebenda No. 45, July 1892, **10**, 24—25. Read Jan. 26th, 1892). — An sehr kleinen, durch Auflösen des Mergels von Tajowa bei Neusohl in Ungarn gewonnenen Kryställchen (Combination von Prisma und Brachydoma) war unter dem Mikroskope gerade Auslöschung und Austritt je einer optischen Axe aus jeder Prismenfläche, etwa 4° zu deren Normale geneigt, zu beobachten, mit sehr starker Dispersion, $\varrho > v$. Scheinbarer Axenwinkel in Luft beim Austritt aus den unter 79° 27′ geneigten Prismenflächen:

$$\begin{array}{ll} \text{für Natrium-Licht (Linie } D) = 70^\circ 24' & \\ (\ \text{-}\ \ C) = 76\tfrac{1}{2}^\circ & \rbrace \text{ approximativ.} \\ (\ \text{-}\ \ E) = 66\tfrac{1}{2} & \end{array}$$

Optische Axenebene die Basis, die Brachydiagonale erste Mittellinie, $2V$ sehr nahe dem Prismenwinkel. Die Beobachtungen entsprechen dem rhombischen Krystallsysteme*).

Ref.: C. Hintze.

50. **H. Marshall** (in Edinburgh): **Krystallographische Untersuchung einiger organischer Substanzen** (Journ. Chemical Society 1892, **61**, 867, 1090 u. 1094).

---

*) Dasselbe war auch von Mohs (Grundr. d. Min. 1824, **2**, 613) und Krenner (Földt. Közl. 1883, **13**, 269, 381; 1884, **14**, 107; diese Zeitschr. **10**, 90) angenommen worden, dagegen das monosymmetrische System von Breithaupt (Berg- u. Hüttenmänn. Ztg. 1866, **25**, 194); Drude (Wiedem. Ann. d. Phys. 1888, **34**, 489; diese Zeitschr. **18**, 648) hatte auf Grund der Lichtreflexion an Spaltungsflächen von Antimonglanz für diesen die Möglichkeit der Monosymmetrie gefolgert. — Mohs hatte am Auripigment von Tajowa den Prismenwinkel zu 79° 20′, den Brachydomenwinkel zu 83° 37′ bestimmt, Krenner an bosnischen Krystallen zu 77° 14′ und 82° 34′.

Anthracenisobutylnitrat, $C_{14}H_{10}NO_2.OC_4H_9$.

Krystalle aus CS_2, von Perkin und Mackenzie dargestellt.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,8554:1:0,8563; \beta = 74^0 39\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: {100} {010} {001} {110} {120} {011} {101} {$\bar{1}$01} {$\bar{1}$22}.

Farblose, durchsichtige Prismen, mit gestreiften Prismenflächen, ohne Spaltbarkeit.

Orthomethyl-hydrogen-Camphorat, $C_{11}H_{17}O_4.H$.

Krystalle aus Petroleum, von Walker dargestellt.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$a:b:c = 0,6330:1:1,2888$.

Beobachtete Formen: {010} {001} {110} {011} x{111} x{1$\bar{1}$1} x{121}.

Grosse, durchsichtige Krystalle, tafelförmig nach der Basis oder dick-prismatisch nach der a-Axe; gewöhnlich wie holoëdrisch aussehend.

Allo-methyl-hydrogen-Camphorat.

Krystalle aus Metaxylen.

Krystallsystem: Rhombisch (hemiëdrisch?).

$a:b:c = 0,9727:1:1,2781$.

Beobachtete Formen: {001} {110} {011} {021} {101}.

Undeutliche Spaltbarkeit nach {021}; die Krystalle zeigen keine hemiëdrische Ausbildung.

Ref.: H. A. Miers.

51. **G. A. Goyder** (in Adelaide): **Stibiotantalit, ein neues Mineral** (Proceedings Chemical Society 1892, **9**, 184). — Von dieser Substanz wird nur angegeben, dass sie aus den Zinn-führenden Sanden von Greenbush in West-Australien stammt und enthält: Ta_2O_5 51,13, Nb_2O_5 7,56, Sb_2O_3 40,23.

Ref.: H. A. Miers.

52. **W. Skey** (in Wellington, Neu-Seeland): **Ueber Anthraconit** (Transactions New Zealand Institute 1892, **25**, 379). — Verf. findet, dass der Geruch des Stinkkalkes von eingeschlossenem Schwefelwasserstoffgas und nicht von bituminöser Substanz herrührt. Von diesem Gas (und zwar in freiem Zustande) existirt bis 0,31 % in einem vom Verf. analysirten Exemplare, und wird dasselbe nicht bei höheren Temperaturen abgegeben.

Ref.: H. A. Miers.

53. **W. Barlow** (in London): **Zusammenhang zwischen Krystallform und Zusammensetzung** (Report British Association 1891, 581). — Das stabile Gleich-

gewicht von Boscovich'schen Atomen ist dasjenige, bei welchem die potentielle Energie des Systems ein Minimum und daher die Zusammendrängung die dichteste ist. Daher kann die Anordnung von zwei oder mehreren Arten von Atomen durch die Lagerung von Kugeln von zwei oder mehreren Grössen dargestellt werden, wobei die Radien wie die repulsiven Kräfte der Atome, welche sie repräsentiren, variiren. Durch eine solche Lagerung glaubt der Verf. auch die Symmetrie der hemiëdrischen und tetartoëdrischen Formen zu entwickeln.

Ref.: H. A. Miers.

54. E. Sonstadt (in Cheshunt): **Gold im Meerwasser** (Chemical News 1892, 65, 131). — Aus neueren Beobachtungen schliesst der Verf., dass, obwohl in kleinen Mengen bestimmbar, von diesem Metall in Meerwasser viel weniger existirt, als gewöhnlich angenommen und als er selbst früher bei seiner ersten Beschreibung des Vorkommens glaubte.

Ref.: H. A. Miers.

55. H. N. Warren (in Liverpool): **Ein neues Silbererz** (Ebenda 66, 42). — Der Kaolinit von Broken Hills Grube in Australien enthält gewöhnlich von 7 bis 10 % Silber, entweder als Jodid, oder als Chlorid, oder als Jodid, Chlorid und Bromid zusammen; auch Spuren von Gold.

Ref.: H. A. Miers.

56. J. J. Kyle (in Buenos Ayres): **Ein Vanadium-führender Lignit von Argentina** (Ebenda 66, 210). — Ein Exemplar eines in der Nähe von San Raphael, Mendoza, gefundenen Lignit erwies sich als Vanadium-führend. Die Asche des Lignits enthält nicht weniger als 38,22 % von V_2O_5, wahrscheinlich theils als Pentoxyd, theils als Kali-Vanadat und als Eisen- und Aluminium-Vanadat. Der Lignit giebt nur wenig Asche, aber nach obigem Verhältniss müsste derselbe 0,2 % V_2O_5, und zwar 0,15 mittels alkalischer Lösung leicht trennbar, enthalten.

Ref.: H. A. Miers.

57. A. Liversidge (in Sydney): **Magnetit als Gemengtheil von verschiedenen Mineralien und Gesteinen** (Ebenda 66, 283). — Nach Beobachtungen an verschiedenen Mineralien, die er angestellt hat, um zu bestimmen, ob sie Magneteisen enthalten oder nicht, schliesst der Verf., dass die magnetischen Eigenschaften von Chromeisen, Franklinit, Spinell, Granat, einigen Hämatiten und anderen Mineralien und Gesteinen nur von eingesprengtem Magneteisen herrühren; die einzige Ausnahme scheint Magnetkies zu sein.

Ref.: H. A. Miers.

58. H. N. Warren (in Liverpool): **Künstliche Reproduction von mineralischen Sulfiden** (Ebenda, 66, 287). — Durch Reduction der Oxyde mittels Kaliumsulfocyanür hat der Verf. verschiedene Mineralien dargestellt; z. B. Bleiglanz, Eisenkies, Pyrolusit.

Ref.: H. A. Miers.

59. J. Morris (in Glasgow): **Neue Methode für die künstliche Darstellung von Edelsteinen** (Ebenda, 71 und 308). — Durch folgendes Verfahren will der Verf. krystallisirte Thonerde zusammen mit Diamant (??) dargestellt haben. Reine Thonerde in Salzsäure gelöst wird mit Lampenschwarz und Holzkohle gemischt, und die Mischung im eisernen Rohre bei Rothglühhitze der Einwirkung von Kohlensäure während mehreren Wochen unterworfen. Krystalle von 1 mm Durchmesser (einige tausende von messbaren Krystallen) wurden erhalten.

Ref.: H. A. Miers.

60. H. Droop Richmond und **Hussein Off** (in Cairo): **Masrit, ein neues egyptisches Mineral** (Proceedings Chemical Society 1892, **18**, 87). — Das Mineral ist eine Art faseriger Alaun, der 1 bis 4 % Kobalt enthält (Kobalt war früher nicht aus Egypten bekannt). Das Hauptinteresse besitzt aber die wahrscheinliche Gegenwart von einem neuen Elemente, welches nach der Analyse des Oxalats das Atomgewicht 228 besitzen sollte, und seine Stellung in der Beryllium-Calciumgruppe findet. Das Element wird »Masrium« genannt, nach dem arabischen Namen für Egypten und danach das Mineral Masrit.

Analyse:		
	Wasser	40,35
	Unlösliches	2,61
	Al_2O_3	10,62
	Fe_2O_3	1,63
	MsO	0,20
	MnO	2,56
	CoO	1,02
	FeO	4,23
	SO_3	36,78

Formel: $(Al, Fe)_2O_3.(Ms, Mn, Co, Fe)O.4SO_3.20H_2O$.

Ref.: H. A. Miers.

61. C. W. Marsh (in Broken Hill, Neu-Süd-Wales): **Ueber Marshit (Kupferjodür) und andere Mineralien von Broken Hill** (Proceedings Royal Society, New South Wales 1892, **26**, 326).

Der Marshit (diesen Namen hat Liversidge vorgeschlagen) wurde in kleinen, ölbraunen, durchscheinenden Krystallen gefunden, die auf kieseligem Cerussit sitzen; Durchmesser ungefähr 1 mm; Krystallform tetragonal-hemiëdrisch [hier ist wohl ein Fehler, denn Krystalle von derselben Substanz, die im britischen Museum sich befinden, sind tetraëdrisch und gehören dem regulären Systeme an. Der Ref.]; Strich orangegelb; spröd; Bruch halbmuschelig. Theilweise löslich in Salpetersäure, weniger in kalter Salzsäure. Der Marshit kommt auch bisweilen auf krystallisirtem Anglesit vor; und eine frühere Bildung des Minerals ist gewöhnlich in schwarzes Kupferoxyd umgewandelt.

Einige andere zweifelhafte Mineralien von denselben Gruben werden ferner erwähnt: 1) eine korallenartige, weisse Substanz (nach Liversidge Chalcedon mit Gibbsit bedeckt); 2) oberflächlich gelbe bis kupferrothe, auf Limonit aufgewachsene Krystalle, die vielleicht dem Hedyphan angehören; 3) ein kupferhaltiges Zinkcarbonat.

Ref.: H. A. Miers.

62. J. C. Mingaye (in Sydney): **Ueber das Vorkommen von Platin, Gold und Zinn in Sanden des Meeresufers, Richmond River District, Neu-Süd-Wales** (Proceedings Royal Society, New South Wales 1892, **26**, 368).

Derselbe: Ueber Platin und begleitende Mineralien bei Broken Hill (Ebenda, 371).

Die Sande des Richmond River District enthalten Spuren von Gold, Platin, Iridosmin und Zinnstein, zusammen mit Ilmenit, Zirkon, Quarz und Magnetit, und wurden seit vielen Jahren auf ihren Goldgehalt verarbeitet.

Die seltenen Mineralien sind zweifellos durch Verwitterung des Basaltes entstanden.

Die Erzgänge der Broken Hill-Gruben enthalten fast immer Spuren von Platin.

Ref.: H. A. Miers.

VIII. Theorie der Krystallstructur.

Einleitung.

Regelmässige Punktsysteme

(mit übersichtlicher graphischer Darstellung).

Von

E. von Fedorow, Turjinsk'sche Gruben, Ural.

(Mit Tafel V und VI.)

Ungünstige Verhältnisse haben es mir unmöglich gemacht, meine vor mehr als einem Jahrzehnt begonnenen Untersuchungen über die wirkliche Structur verschiedener Krystalle vollenden zu können. Die wenigen gesammelten Beobachtungsmaterialien, über welche nur kurze vorläufige Mittheilungen vorliegen*), wurden in der Erwartung, die nöthige Zeit und Hülfsmittel zur Bearbeitung dieses wichtigen wissenschaftlichen Gegenstandes zu finden, zurückgestellt. Da aber alle meine Bemühungen, der Wissenschaft allein meine Kräfte widmen zu können, vergeblich waren, bin ich jetzt zu dem Zeitpunkte gelangt, in welchem keine Hoffnung mehr bleibt, dasjenige abschliessen zu können, was von mir begonnen wurde. Es bleibt mir daher nichts mehr übrig, als dasjenige dem Drucke zu übergeben, was während der Jahre in freien Minuten von mir gesammelt und nur theilweise endgültig bearbeitet wurde.

Die vorstehenden Bemerkungen mögen den Fachgenossen zur Erklärung dafür dienen, warum in den Abhandlungen, welche ich mit schwerem Herzen der Oeffentlichkeit zu übergeben mich entschliesse, die Theorie nicht in der abgeschlossenen Form dargelegt ist, welche ihr gebührt. Es

---

*) In den Verhandlungen der kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft der Jahre 1882 und folgende; auch im Bergjournal und Verhandlungen der Gesellschaft der Naturforscher zu St. Petersburg für 1891.

mögen diese Zeilen zur Entschuldigung dienen, dass ich nach 25jähriger Thätigkeit doch nur mit dieser unvollkommenen Form mich begnügen muss.

Die von mir gesammelten und jetzt der Oeffentlichkeit zu übergebenden Materialien über die Theorie der Krystallstructur lassen sich in einige Theile gliedern, welche hier als besondere Abhandlungen erscheinen mögen.

Der jetzt vorliegende erste Theil gehört eigentlich nicht der Theorie der Krystallstructur an und kann nur als vorbereitende Einleitung mathematischen Charakters angesehen werden, wie dies von mir schon mehrfach betont wurde*). Leider waren bis auf die letzte Zeit fast alle Kräfte der auf diesem Gebiete thätigen Forscher dieser einleitenden Lehre gewidmet. Diese verdienstvollen wissenschaftlichen Arbeiten haben aber die Theorie der regelmässigen Punktsysteme bis zu einem hohen Grade der Vollkommenheit geführt, und jetzt besitzen wir die endgültige Lösung der wichtigsten Fragen dieser Theorie. Die letztere ist also in das Stadium eingetreten, in welchem sie nur einer möglichst übersichtlichen Form bedarf, um sich grösserer Verbreitung in wissenschaftlichen Kreisen erfreuen zu können, und gerade diesem Zwecke soll diese einleitende Abhandlung dienen. Dementsprechend füge ich ihr eine übersichtliche graphische Darstellung sämmtlicher regelmässiger Systeme bei (ausser den analytischen Gleichungen, welche vielleicht nicht weniger übersichtlich, aber leider nicht Allen zugänglich sind).

Mit der folgenden Abhandlung, welche die Lehre der regulären Raumtheilung in ihrer jetzigen hohen Entwickelung darlegen soll, treten wir in den Rahmen der eigentlichen Theorie der Krystallstructur ein.

Erklärung der Tafeln.

In den Tafeln sind die Symmetrie-Elemente jedes regelmässigen Punktsystems angegeben, und einem jeden Systeme gehört eine getrennte Zelle in der Tafel an.

Die einfachen Systeme, welche zum Ausgangspunkte der Ableitung aller anderen dienen, treten schon durch die fettgedruckten Deckaxen ziemlich deutlich hervor. Um aber diese Systeme noch schärfer unterscheiden zu können, sind die ihnen angehörigen Nummern in Kreise eingeschlossen. Alle Systeme, welche von einem einfachen hergeleitet und durch dieselben Elemente der Decksymmetrie gekennzeichnet sind, wurden neben einander so eingezeichnet, dass die ihren Zellen angehörenden Conturen ihnen sämmtlich gemeinsam sind und eine ununterbrochene Kette bilden. Bei solcher Anordnung werden besondere Zeichnungen der für alle diese Systeme gemeinschaftlichen Elemente der Decksymmetrie überflüssig, weil

*) Diese Zeitschr. **21**, 588 Anmerkung. Ausführlicher in meinem historischen Abrisse der Entwickelung der Krystallographie während des Jahrzehnts 1880—1890 (russ. n: Verhandl. d. kaiserl. mineral. Gesellsch.).

die letztere schon aus der Zeichnung des zugehörigen einfachen Systems ersichtlich sind, in allen anderen wird ihre Anwesenheit von vornherein vorausgesetzt.

Was die Bedeutung der Bezeichnungen anbetrifft, so sind folgende angenommen:

- verticale zweizählige Symmetrieaxe,
- verticale zweizählige Schraubenaxe,
- verticale dreizählige Symmetrieaxe,
- rechte verticale dreizählige Schraubenaxe,
- linke verticale dreizählige Schraubenaxe,
- verticale vierzählige Symmetrieaxe,
- verticale vierzählige rechte Schraubenaxe mit der Längsschiebung $\lambda/4$,
- verticale vierzähl. linke Schraubenaxe mit der Längsschiebung $\lambda/4$,
- verticale vierzähl. Schraubenaxe mit der Längsschiebung $\lambda/2$,
- verticale sechszählige Symmetrieaxe,
- verticale rechte sechszähl. Schraubenaxe mit Längsschiebung $\lambda/6$,
- verticale linke sechszähl. Schraubenaxe mit Längsschiebung $\lambda/6$,
- verticale rechte sechszähl. Schraubenaxe mit Längsschiebung $\lambda/3$,
- verticale linke sechszähl. Schraubenaxe mit Längsschiebung $\lambda/3$,
- verticale sechszähl. Schraubenaxe mit Längsschiebung $\lambda/2$,
- verticale zweizählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie,
- verticale vierzählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie,
- verticale sechszählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie,

(für die letzten drei wird auch neben dem Rande der Zelle durch eine punktirte Linie die Lage der Ebene der zusammengesetzten Symmetrie angegeben).

Durch fette Linien werden die horizontalen zweizähligen Symmetrieaxen und durch fette punktirte Linien zweizählige Schraubenaxen angegeben.

Durch einfache Gerade werden die verticalen Symmetrieebenen und durch einfache punktirte Linien die Gleitebenen mit verticaler Deckschiebung angegeben.

Ausserdem ist bei den letzteren die Richtung der Deckschiebung angezeigt und zwar sind, wenn diese Richtung horizontal ist, an den Enden Pfeile hinzugefügt. Ist diese Richtung schief, so sind an denselben Enden kleine Kreise angebracht (gewöhnlich sind diese Schiebungen die Hälfte der Deckschiebungen des Systems; betragen sie nur ein Viertel, so sind die Kreischen schwarz gezeichnet).

Für das tesserale System wird die Lage der schief gelegenen Axen und Ebenen durch Buchstaben angegeben, deren Bedeutung man am besten aus dem beigegebenen Diagramm ersieht. Dabei sind in diesem Diagramm die Pole der Ebenen und Axen durch besondere Buchstaben markirt. Ausserdem sind horizontale vierzählige Symmetrieaxen durch die Ziffer 4, rechte

Schraubenaxen mit der Längsschiebung $\lambda/4$ durch $4r$, und linke durch $4l$, vierzählige Schraubenaxen mit der Deckschiebung $\lambda/2$ durch $4v$ bezeichnet.

Wenn eine horizontale Axe nicht in der Zeichnungsebene liegt, so wird die Entfernung, von oben nach unten gerechnet*), durch eine Ziffer angegeben, und zwar für sämmtliche Systeme, ausser dem hexagonalen, wird als Einheit $\lambda/4$, und für das letzte $\lambda/6$ angenommen**). Dasselbe gilt auch für horizontale Symmetrie- und Gleitebenen, welche durch gewöhnliche resp. punktirte Linien am Rande der Zelle angezeigt worden sind. Dabei wird die entsprechende Ziffer in Klammern eingeschlossen.

Ich muss noch hinzufügen, dass der Einfachheit wegen einige unwesentliche Symmetrieelemente aus den Zeichnungen weggelassen sind, für alle Systeme überhaupt diejenigen Gleitebenen, denen parallele Symmetrieebenen in demselben Systeme vorhanden sind (Ausnahmen sind die Systeme 6s) und 2h), für welche das Vorhandensein beiderlei Symmetrieelemente wesentlich charakteristisch ist). Ebenso sind horizontale zweizählige Schraubenaxen weggelassen, wenn ihnen parallel und in der Projectionsebene mit ihnen zusammenfallende zweizählige Symmetrieaxen vorhanden sind. Für das tesserale System sind noch rechte und linke dreizählige Schraubenaxen *O****) weggelassen, und überhaupt alle Gleitebenen *Z*.

Ein kurzer geschichtlicher Abriss der letzten Fortschritte dieser Lehre wurde von mir schon früher gegeben†). Seitdem, und zwar in der allerletzten Zeit, ist noch eine hierzu gehörende Abhandlung von Barlow erschienen††), welcher einige Zeilen am Schlusse dieser Einleitung gewidmet sind.

Die Theorie in abgeschlossener Form wurde schon 1890 in einer ausführlichen Abhandlung des Verfs. dargelegt†††), und die späteren neuen Werke haben deren Richtigkeit in vollem Grade bestätigt*†). Da aber ausserdem der darin eingeschlagene Weg mir der einfachste und kürzeste zu sein scheint, so bleibt jetzt nichts übrig als kurz diesen Weg zu reproduciren, ohne natürlich einen Anspruch auf Vollständigkeit der Darlegung zu machen.

In derselben Abhandlung findet man nicht nur die vollständige Ableitung sämmtlicher Systeme, sondern auch deren analytische Ausdrücke in der Form algebraischer Gleichungen. Dieselben gaben die Möglichkeit an

---

*) In dem russischen Original wurde die Richtung umgekehrt angenommen. Die jetzt angenommene Richtung scheint mir übersichtlicher.

**) Die Hälfte wird einfach durch Punkte bezeichnet.

***) Welche sämmtlich im Original eingezeichnet sind.

†) Notiz über die Fortschritte der theoretischen Krystallographie (russisch); auch diese Zeitschr. **21**, 588 Anmerkung. ††) Diese Zeitschr. **28**, 1—63.

†††) Symmetrie der regelmässigen Systeme der Figuren (russisch).

*†) Ganz besonders durch Schönflies' Krystallsysteme und Krystallstructur und auch durch die eben erwähnte Abhandlung Barlow's.

die Hand, die Resultate der Ableitung (und zwar der 230 möglichen Punktsyteme) vollständig auf 13 Seiten zu reproduciren*), was sonst hunderte von Seiten bedürfen würde. In derselben ist auch die Methode der übersichtlichen graphischen Darstellung entwickelt worden, welcher wir auch hier uns bedienen wollen. Daselbst war aber diese Methode nur auf die einfachen (Sohncke'schen) Systeme angewandt (wenn auch in umständlicherer Form, als es hier der Fall ist); jetzt stellen wir sämmtliche Punktsysteme graphisch zusammen.

Die Lehre von den regelmässigen Punktsystemen gehört eigentlich der Lehre von der Symmetrie an, welche in ihrer jetzigen hochentwickelten Form in zwei H递theile zerfällt: in die Lehre von der Symmetrie der endlichen Figuren, welche die vollständige Ableitung sämmtlicher Symmetriearten in sich enthält, und in die Lehre von der Symmetrie der unendlichen regelmässigen Systeme**). Dies soll sofort klargelegt werden.

Die genaue geometrische Untersuchung führt uns zu folgender Zergliederung der Symmetrie-Elemente***):

1) Schraubenaxen.

Diesen Begriff, insofern er der Lehre von der Symmetrie angehört, glaube ich als allgemein bekannt ansehen zu können. Derselbe bezieht sich auf eine Deckaxe, deren Deckbewegung aus einer Drehung um einen rationalen Winkel (d. h. $2\pi/p$, wo p eine ganze Zahl ist) und einer Schiebung in der Richtung dieser Axe zusammengesetzt ist. Die letztere kann verschiedene Grösse besitzen; ist diese Grösse 0 (also keine Schiebung mehr), so wird die Schraubenaxe zu einer Symmetrieaxe. Der letztere Begriff ist also nur als ein specieller Fall des ersteren zu betrachten.

2) Symmetrische Gleitebenen oder kurz Gleitebenen, d. h. solche Ebenen, welche ein beliebiges System von Figuren in zwei Theile trennen, von welchen der eine nur mit dem Spiegelbilde des anderen sich decken lässt, und zwar nur dann, wenn man ihn der Spiegelebene entlang einer Schiebung unterwirft. Für dieses Symmetrie-Element ist nicht nur die

---

*) Diese Zeitschr. 20, 48—61. In dieser Abhandlung ist diese Zahl schon auf sechs reducirt worden.

**) Dieser Eintheilung entspricht auch diejenige des Schönflies'schen Werkes »Krystallsysteme und Krystallstructur«, welches genauer »die Lehre von der Symmetrie« heissen würde. In eben diese Theile zerfällt auch das früher erschienene Werk des Verfs., welches unter den beiden Titeln »Symm. der endlichen Figuren« und »Symm. d. regelm. Syst. d. Fig.« erschien. Später (1891) wurde es durch die »Symmetrie auf der Ebene« ergänzt. In der letzten wurde dieser Lehre auch ein dritter Theil hinzugefügt, welchem des Verfs. Abhandlung »Minimum-Problem in der Lehre von der Symmetrie« angehört. Hier ist die Anwendung des Minimumprincips in abgeschlossener Form gegeben (N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1894, 1, 56 ff.).

***) Vergl. »Symmetrie der endlichen Figuren« und »Symmetrie der regelmässigen Systeme von Figuren«.

Grösse (wie bei Schraubenaxen), sondern auch die Richtung der Schiebung charakteristisch. Ist diese Grösse gleich 0, so erhalten wir den speciellen Fall der Symmetrieebene und

3) die zusammengesetzte Symmetrie.

Nun ist sehr leicht zu beweisen, dass die endlichen Figuren (d. h. Figuren von endlichen Dimensionen in allen Richtungen) weder Schraubenaxen (mit endlicher Längsschiebung) noch Gleitebenen (mit endlicher Gleitschiebung) als Symmetrie-Elemente besitzen können*); für sie bleiben somit nur Symmetrieaxen, Symmetrie-Ebenen und zusammengesetzte Symmetrie möglich.

Ebenso leicht ist der Beweis zu erbringen, dass die endlichen Figuren keine zwei, einander nicht schneidende Axen besitzen können**). Bei der Ableitung der Symmetriearten (der endlichen Figuren) bleibt nichts mehr übrig, als die Combinationen von Symmetrieaxen, Symmetrie-Ebenen und zusammengesetzter Symmetrie zu erschöpfen.

Wenn man in Betracht zieht, dass die Schnittgeraden zweier Symmetrie-Ebenen Symmetrieaxen sind***), so begreift man leicht, dass die Combinationen der Symmetrie-Ebenen nicht unabhängig von denen der Axen abgeleitet werden können, und dass es darauf ankommt, zuerst alle möglichen Combinationen von Symmetrieaxen zu finden und sodann einer Prüfung zu unterziehen, auf welche Weise Symmetrie-Ebenen beigegeben werden können, ohne dass neue Symmetrieaxen entstünden.

Was die zusammengesetzte Symmetrie betrifft, so wird in der Lehre von der Symmetrie der Beweis erbracht†), dass 1) die Axe zur Ebene der zusammengesetzten Symmetrie senkrecht steht und 2) dass, wenn man diesem Symmetrie-Elemente irgend ein anderes (gleichgültig ob Symmetrieaxe oder Symmetrie-Ebene) hinzufügt, man eine schon früher gefundene Combination von Symmetrieaxen und Symmetrie-Ebenen erhält. Der Fall der zusammengesetzten Symmetrie steht also vereinzelt da und führt zu keinen neuen Symmetriearten.

Auf diese Weise erhält man sämmtliche Symmetriearten, welche zuerst von Hessel††) vollständig angegeben wurden. Der Verf. hat ausserdem alle Symmetriearten kurz, genau und übersichtlich durch analytische Gleichungen ausgedrückt und die 32 krystallographischen Symmetriearten ausserdem graphisch dargestellt†††).

---

*) Symm. d. endl. Fig. S. 5.

**) Ebenda S. 12.

***) Elemente der Gestaltenlehre, S. 125 (§ 36). Auch ebenda S. 32.

†) Ebenda S. 11.

††) Gehler's physikalisches Wörterbuch.

†††) Symm. d. endl. Fig. (1888). Kurze Erklärung findet man auch in dieser Zeit-

Gegenwärtig ist diese Ableitung von allen Seiten einstimmig bestätigt und angenommen, und immer grössere Kreise haben sich dieselbe angeeignet.

Jetzt wenden wir uns drei Begriffen der Lehre von der Symmetrie zu, welche sich bei weiterer Untersuchung als von grosser Wichtigkeit erweisen werden. Diese Begriffe sind 1) derjenige der unabhängigen und abgeleiteten Symmetrie-Elemente, 2) derjenige der primitiven und resultirenden Symmetrie-Elemente, und 3) derjenigen der vollständigen Combinationen der primitiven Symmetrie-Elemente.

Ziehen wir irgend zwei Symmetrieaxen in Betracht. Durch die Drehung um eine derselben erhält man eine Anzahl von anderen; durch die Drehungen um jede der letzteren findet man neue und neue Axen, bis man endlich dazu kommt, dass jede Drehung um eine der Axen der Gruppe alle anderen Axen stets mit den schon vorhandenen Axen derselben Gruppe zur Deckung bringt. Die Gesammtzahl der Axen einer solchen Gruppe charakterisirt eine Symmetrieart. Zwei Symmetriearten sind verschieden, wenn in einer derselben irgend eine Axe (allgemeiner gesagt ein Symmetrie-Element) vorhanden ist, welche in den anderen fehlt oder in einer solchen respectiven Lage sich vorfindet, in welcher man sie in keiner anderen Gruppe findet. Nun sehen wir, dass die ganze Gruppe einfach durch zwei unabhängige Symmetrie-Elemente erzeugt worden ist. Alle anderen Symmetrie-Elemente lassen sich durch die combinirten Drehungen um die ersteren ableiten, und wir werden sie als die abgeleiteten Symmetrie-Elemente bezeichnen.

Die combinirte Drehung um zwei Axen ist dem bekannten Euler'schen Satze zufolge einer Drehung um eine resultirende Axe äquivalent. Somit ist eine Gruppe durch zwei unabhängige Axen vollständig bestimmt, und alle anderen Axen ausser den zuerst angenommenen sind die resultirenden. Eine und dieselbe Gruppe kann nicht nur durch die zwei zuerst angenommenen, sondern auch durch zwei andere ebenso vollständig bestimmt werden. Jedes Paar dieser Bedingung genügender Axen ist bei der systematischen Ableitung als unabhängige zu nehmen. So ist z. B. die Gruppe der tetragonal-trapezoëdrischen Symmetrie durch eine (verticale) vierzählige und eine senkrechte zweizählige Symmetrieaxe, oder auch durch zwei unter 45° sich schneidende zweizählige Symmetrieaxen als unabhängige eindeutig bestimmt. Ebenso lässt sich die gyroëdrische Symmetrie durch eine Combination von einer (verticalen) vierzähligen und einer dreizähligen (oktaëdrischen) Symmetrieaxe vollständig bestimmen, aber auch durch dieselbe dreizählige und eine zweizählige (dodekaëdrische) Axe, welche einer

schr. 20, 27 ff. Graphische Darstellung findet man im kurzen Leitfaden der Krystallogr. des Verfs.; auch diese Zeitschr. 21, Taf. XI.

Diagonale einer Würfelfläche parallel ist und zu dieser dreizähligen Axe nicht senkrecht steht.

Dieses Resultat kann verallgemeinert werden, indem man irgend welche zwei Symmetrie-Elemente als die unabhängigen betrachtet. So z. B. lässt sich die (hexakis-)oktaëdrische Symmetrieart durch eine vierzählige (verticale) Symmetrieaxe und eine zu ihr unter 45° geneigte Symmetrie-Ebene vollständig bestimmen. Diese Verallgemeinerung kann aber dahingestellt werden, weil der Begriff der unabhängigen Symmetrie-Elemente seine ganze Wichtigkeit für die Axen allein behält.

In Weiterem nehmen wir folgende Axenpaare als die unabhängigen:

A. Tesserales (kubooktaëdrisches) System:

für die gyroëdrische Symm.: eine oktaëdrische (0) und eine dodekaëdrische Axe (z_0);

für die tetartoëdrische Symm.: eine oktaëdrische (0) und eine kubische Axe (x_0).

B. Hexagonales System:

für die hexag.-trapezoëdr. Symm.: zwei zweizählige, einander unter 30° schneidende Symmetrieaxen;

für die trigonal-trapezoëdr. Symm.: zwei zweizählige, einander unter 60° schneidende Symmetrieaxen.

C. Tetragonales System:

für die tetragonal-trapezoëdr. Symm.: zwei zweizählige, einander unter 45° schneidende Symmetrieaxen.

D. Digonales System:

für die rhombo-sphenoëdrische Symm.: zwei zweizählige, einander unter 90° schneidende Symmetrieaxen.

Zwei unabhängige Axen bestimmen eindeutig eine Axengruppe, sind aber zur directen Bestimmung sämmtlicher gleicher Richtungen nicht gut geeignet. Für die gyroëdrische Symm. z. B. erhält man durch Drehungen um die oktaëdrische Axe aus einer gegebenen noch zwei ihr gleiche Richtungen und durch die Drehung um die dodekaëdrische Axe erhält man aus derselben nur noch eine einzige neue gleiche Richtung; zusammengenommen haben wir also nur vier gleiche Richtungen gefunden. Drehen wir combinirt um die beiden Axen, so erhalten wir noch vier neue Richtungen, zusammengenommen acht, während diese Symmetrieart die Symmetriegrösse 24 enthält. Da aber die Symmetrieaxen gerade diejenigen abstracten Gebilde sind, welche dazu bestimmt sind, aus einer gegebenen sämmtliche anderen ihr gleiche Richtungen zu finden, so sieht man, dass die Combination zweier unabhängiger Axen dieser Hauptforderung nicht genügt, und nun kommen wir zu dem Begriffe einer vollständigen Combination der

primitiven Axen (allgemeiner: Symmetrie-Elemente) als einer solchen, welche der oben genannten Hauptbedingung genügt.

Hier sind tabellarisch die für jede Symmetrieart in Folgendem angenommenen Symmetrie-Elemente der vollständigen Combinationen zusammengestellt.

I. Digonales System.

Triklines Subsystem.

1. Hemipinakoidale Symm.*): keine.
2. Pinakoidale Symm.: zweizählige Axe und Ebene der zusammengesetzten Symm.

Monoklines Subsystem.

3. Hemiprismatisch-axiale Symm.: zweizählige (verticale) Symm.-Axe.
4. Hemiprismatisch-axenlose Symm.: Symm.-Ebene (horizontale).
5. Prismatische Symm.: zweizählige (verticale) Symm.-Axe und horizontale) Symm.-Ebene.

Rhombisches Subsystem.

6. Rhombo-sphenoëdrische Symm.: verticale und horizontale zweizählige Symm.-Axe.
7. Rhombo-pyramidale Symm.: verticale zweizählige Symm.-Axe und verticale Symm.-Ebene.
8. Rhombo-bipyramidale Symm.: dieselbe Axencombination wie im Falle 6. und horizontale Symm.-Ebene.

II. Tetragonales System.

9. Tetragonal-pyramidale Symm.: vierzählige (verticale) Symm.-Axe.
10. Ditetragonal-pyramidale Symm.: dieselbe Axe und eine verticale Symm.-Ebene.
11. Tetragonal-sphenoëdrische Symm.: vierzählige (verticale) und zu ihr senkrechte Ebene der zusammenges. Symmetrie.
12. Tetragonal-bipyramidale Symm.: vierzählige (verticale) Symm.-Axe und horizontale Symm.-Ebene.
13. Tetragonal-trapezoëdrische Symm.: dieselbe Axe und eine zu ihr senkrechte zweizählige Symm.-Axe.
14. Tetragonal-skalenoëdrische Symm.: verticale und horizontale zweizählige Symm.-Axe und verticale (diagonale) Symm.-Ebene, welche die horizontale Axe unter 45° schneidet.
15. Ditetragonal-bipyramidale Symm.: dieselbe Axe wie in dem Falle 13. und horizontale Symm.-Ebene.

---

*) Abgekürzt für Symmetrieart.

III. Hexagonales System.

16. Trigonal-pyramidale Symm.: dreizählige (verticale) Symm.-Axe.
17. Ditrigonal-pyramidale Symm.: dieselbe Axe und verticale Symm.-Ebene.
18. Trigonal-bipyramidale Symm.: dieselbe Axe und horizontale Symm.-Ebene.
19. Trigonal-trapezoëdrische Symm.: dieselbe Axe und horizontale zweizählige Symm.-Axe.
20. Ditrigonal-bipyramidale Symm.: dieselben beiden Axen und horizontale Symm.-Ebene.
21. Hexagonal-pyramidale Symm.: sechszählige (verticale) Symm.-Axe.
22. Dihexagonal-pyramidale Symm.: dieselbe Axe und eine verticale Symm.-Ebene.
23. Rhomboëdrische Symm.: sechszählige verticale Axe und zu ihr senkrechte Ebene der zusammenges. Symm.
24. Hexagonal-bipyramidale Symm.: sechszählige verticale Symm.-Axe und horizontale Symm.-Ebene.
25. Hexagonal-trapezoëdrische Symm.: dieselbe Axe und eine horizontale zweizählige Symm.-Axe.
26. Hexagonal-skalenoëdrische Symm.: dreizählige (verticale) und zweizählige (horizontale) Symm.-Axen, und ausserdem noch eine verticale (diagonale) Symm.-Ebene, welche die horizontale Axe unter 30° schneidet.
27. Dihexagonal-bipyramidale Symm.: dieselben Axen wie im Falle 25. und horizontale Symm.-Ebene dazu.

IV. Tesserales System.

28. Tetartoëdrische Symm.: verticale und horizontale (kubische) zweizählige Symm.-Axen und dreizählige oktaëdrische Symm.-Axe.
29. Dodekaëdrische Symm.: dieselben Axen und horizontale Symm.-Ebene.
30. Tetraëdrische Symm.: dieselben Axen und verticale (diagonale) Symm.-Ebene, welche durch die oktaëdrische Axe hindurchgeht.
31. Gyroëdrische Symm.: dieselben Axen und noch eine horizontale zweizählige (dodekaëdrische) Symm.-Axe z_1.
32. Oktaëdrische Symm.: dieselben Axen wie im vorigen Falle und noch eine horizontale Symm.-Ebene.

Die primitiven Symmetrie-Elemente einer vollständigen Combination lassen sich als solche definiren, aus deren alleiniger Combination alle anderen Symmetrie-Elemente als resultirende bestimmt werden können.

Der Begriff der vollständigen Combination wird mehrfach bei unserer Untersuchung in Anwendung kommen.

Die wichtigste davon ist aber die Ermittelung der Gleichungen sämmt-

licher Symmetriearten; in diesen Gleichungen wird nämlich ein jedes primitives Symmetrie-Element durch einen besonderen Parameter repräsentirt, und alle anderen resultirenden Symmetrie-Elemente lassen sich durch die Combination dieser Parameter ausdrücken.

. Um dies sogleich klar zu machen, lasse ich hier tabellarisch die Gleichungen folgen. Um aber die Bedeutung jedes Parameters möglichst scharf hervortreten zu lassen, nehme ich folgende Bezeichnungen an:

A. Die zur Decksymmetrie gehörenden Parameter bezeichne ich durch kleine lateinische Buchstaben, und diejenigen, welche die gerade Symmetrie ausdrücken, werden durch griechische Buchstaben ausgedrückt.

B. Jeder besonderen Axenart wird ein besonderer Buchstabe zugetheilt, und zwar:

1) für die verticale Symmetrieaxe soll der Buchstabe v dienen;

2) für die zweizählige horizontale Axe (dabei wird nämlich die dem Beobachter zugekehrte Axe vorausgesetzt) soll der Buchstabe h dienen;

3) die, stets dreizählige oktaëdrische Axe (also die einer Diagonale des Würfels parallele Axe und zwar diejenige, welche dem vorderen, oberen, rechten Oktanten angehört) soll durch o ausgedrückt werden;

4) die dodekaëdrische Axe (und zwar diejenige, welche den rechten Winkel zwischen den Axen x_1 und x_2 (negative Richtung derselben) halbirt) wird durch d bezeichnet.

C) Dasselbe gilt auch für die Symmetrieebene jeder besonderen Lage, und zwar:

1) für die horizontale Symmetrie-Ebene dient der Buchstabe χ;

2) die verticale (und zwar diejenige, welche durch die eben erwähnte horizontale (Coordinaten-) Axe hindurchgeht), wird durch φ ausgedrückt;

3) die vertical-diagonale (also diejenige, welche den Winkel zwischen den Axen y_0 und y_1 halbirt) wird durch δ bezeichnet.

Endlich 4) der zusammengesetzten Symmetrie soll der Buchstabe π gehören.

Diese Bezeichnungen machen die Gleichungen meines Erachtens sehr übersichtlich.

Es sei noch bemerkt, dass in diesen Gleichungen y (resp. x_0) verticale Coordinatenaxe bedeutet, z und v die beiden anderen Axen des digonalen Systems, und zwar z diejenige, welche dem Beobachter zugekehrt ist, und v die nach rechts gerichtete (für das trikline Subsystem sind alle drei Axen gegeneinander schief gestellt, für das monokline sind z und v horizontal und schief gegeneinander, für das rhombische sind alle drei zu einander rechtwinklig); y_0 und y_1 sind zwei nächste horizontale Coordinatenaxen, und dabei y_0 diejenige, welche dem Beobachter zugekehrt ist (tetragonales und hexagonales System). Für das tesserale System werden y, y_0 und y_1 durch x_0, x_1 und x_2 ersetzt.

Was die Grösse der Coordinaten betrifft, so wird sie durch die Ebenen bestimmt, welche durch den zu bestimmenden Punkt hindurchgehen und senkrecht zu der betreffenden Axe sind.

Tabelle der Gleichungen der krystallographischen Symmetriearten*).

Digonales System.

Symmetriearten: Triklines Subsystem.

					S**)
1.	Hemipinakoidal:	$y = b,$	$z = c,$	$\nu = d$	
2.	Pinakoidal:	$y = n^{\pi} b,$	$z = n^{\pi} c,$	$\nu = n^{\pi} d$	1

Monoklines Subsystem.

3.	Hemiprismatisch, axial:	$y = b,$	$z = n^{v} c,$	$\nu = n^{v} d$	2
4.	- axenlos:	$y = n^{\chi} b,$	$z = c,$	$\nu = d$	2
5.	Rhomboprismatisch:	$y = n^{\chi} b,$	$z = n^{v} c,$	$\nu = n^{v} d$	4

Rhombisches Subsystem.

6.	Sphenoëdrisch:	$y = n^{h} b,$	$z = n^{v} c,$	$\nu = n^{h+v} d$	4
7.	Rhombopyramidal:	$y = b,$	$z = n^{v} c,$	$\nu = n^{v+\varphi} d$	4
8.	Rhombobipyramidal:	$y = n^{h+\chi} b,$	$z = n^{v} c,$	$\nu = n^{h+v} d$	8

Tetragonales System.

9.	Tetragonal-pyramidal:	$y = b,$	$y_0 = \overset{4}{b}_{v},$	$y_1 = \overset{4}{b}_{v+1}$	4
10.	Ditetragonal-pyramidal:	$y = b,$	$y_0 = \overset{4}{b}_{v},$	$y_1 = \overset{4}{b}_{v} + n^{\varphi}$	8
11.	Tetragonal-sphenoëdrisch:	$y = n^{\pi} b,$	$y_0 = \overset{4}{b}_{\pi},$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\pi+1}$	4
12.	Tetragonal-bipyramidal:	$y = n^{\chi} b,$	$y_0 = \overset{4}{b}_{v},$	$y_1 = \overset{4}{b}_{v+1}$	8
13.	Tetrag.-trapezoëdrisch:	$y = n^{h} b,$	$y_0 = \overset{4}{b}_{v},$	$y_1 = \overset{4}{b}_{v} + n^{h}$	8
14.	Tetrag.-skalenoëdrisch:	$y = n^{h} b,$	$y_0 = \overset{4}{b}_{\delta},$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\delta+n}{}^{\delta+h}$	8
15.	Ditetragonal-bipyramidal:	$y = n^{h+\chi} b,$	$y_0 = \overset{4}{b}_{v},$	$y_1 = \overset{4}{b}_{v} + n^{h}$	16

Hexagonales System.

16.	Trigonal-pyramidal:	$y = b,$	$y_0 = \overset{3}{b}_{v},$	$y_1 = \overset{3}{b}_{v+1}$	3
17.	Ditrigonal-pyramidal:	$y = b,$	$y_0 = \overset{3}{b}_{v},$	$y_1 = \overset{3}{b}_{v} + n^{\varphi}$	6

---

*) Diese Tabelle wurde von mir in Symm. d. endl. Figur. in russischer und in N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1890, **1**, 237 und dieser Zeitschr. **20**, 34 in deutscher Sprache angegeben. In der neuen noch übersichtlicheren Form nur hier zum ersten Male.

**) S bedeutet die Grösse der Symmetrie. Diese Grösse lässt sich sehr einfach als Product der Zähligkeiten der primitiven Symmetrie-Elemente berechnen. Z. B. für die oktaëdrische Symmetrieart gehört dem Parameter o die Zähligkeit 3 (dreizählige Symmetrieaxe) an; die Zähligkeiten der Parameter h, v, d und χ sind gleich 2; folglich $S = 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 48$.

Symmetriearten:

18.	Trigonal-bipyramidal:	$y = n^{\chi} b$,	$y_0 = \overset{3}{b}_v$,	$y_1 = \overset{3}{b}_{v+1}$	6
19.	Trigonal-trapezoëdrisch:	$y = n^h b$,	$y_0 = \overset{3}{b}_v$,	$y_1 = \overset{3}{b}_v + n^h$	6
20.	Ditrigonal-bipyramidal:	$y = n^{h+\chi} b$,	$y_0 = \overset{3}{b}_v$,	$y_1 = \overset{3}{b}_v + n^h$	12
21.	Hexagonal-pyramidal:	$y = b$,	$y_0 = \overset{6}{b}_v$,	$y_1 = \overset{6}{b}_{v+1}$	6
22.	Dihexagonal-pyramidal:	$y = b$,	$y_0 = \overset{6}{b}_v$,	$y_1 = \overset{6}{b}_v + n^{\varphi}$	12
23.	Rhomboëdrisch:	$y = n^{\pi} b$,	$y_0 = \overset{6}{b}_{\pi}$,	$y_1 = \overset{6}{b}_{\pi+1}$	6
24.	Hexagonal-bipyramidal:	$y = n^{\chi} b$,	$y_0 = \overset{6}{b}_v$,	$y_1 = \overset{6}{b}_{v+1}$	12
25.	Hexag.-trapezoëdrisch:	$y = n^h b$,	$y_0 = \overset{6}{b}_v$,	$y_1 = \overset{6}{b}_v + n^h$	12
26.	Hexag.-skalenoëdrisch:	$y = n^h b$,	$y_0 = \overset{6}{b}_{\delta}$,	$y_1 = \overset{6}{b}_{\delta+n}\delta + h$	12
27.	Dihexag.-bipyramidal:	$y = n^{h+\chi} b$,	$y_0 = \overset{6}{b}_v$,	$y_1 = \overset{6}{b}_v + n^h$	24

Tesserales System.

28.	Tetartoëdrisch:	$x_0 = n^h \overset{3}{a}_0$,	$x_1 = n^v \overset{3}{a}_{0+1}$,	$x_2 = n^{h+v} \overset{3}{a}_{0+2}$	12
29.	Dodekaëdrisch:	$x_0 = n^{h+\chi} \overset{3}{a}_0$,	$x_1 = n^v \overset{3}{a}_{0+1}$,	$x_2 = n^{h+v} \overset{3}{a}_{0+2}$	24
30.	Tetraëdrisch:	$x_0 = n^h \overset{3}{a}_0$,	$x_1 = n^v \overset{3}{a}_{0+n}\delta$,	$x_2 = n^{h+v} \overset{3}{a}_{0+2n}\delta$	24
31.	Gyroëdrisch:	$x_0 = n^{h+d} \overset{3}{a}_0$,	$x_1 = n^{d+v} \overset{3}{a}_{0+n} d$,	$x_2 = n^{d+h+v} \overset{3}{a}_{0+2n} d$	24
32.	Oktaëdrisch:	$x_0 = n^{h+d+\chi} \overset{3}{a}_0$,	$x_1 = n^{d+v} \overset{3}{a}_{0+n} d$,	$x_2 = n^{d+h+v} \overset{3}{a}_{0+2n} d$	48

Die vorhergehenden Zeilen sehe ich nur als die präliminären an. Jetzt gehen wir zu dem Hauptgegenstande dieser Einleitung über.

Aus der Definition des regelmässigen Systems der Figuren *) als einer solchen nach allen Richtungen unendlichen Gesammtheit der endlichen Figuren, dass, wenn wir zwei derselben nach den Symmetriegesetzen zur Deckung bringen, sich dadurch auch das ganze System deckt, zieht man u. a. folgende Schlüsse **):

a) die Symmetriearten der regelmässigen Systeme befinden sich unter denen der endlichen Figuren;

b) einer und derselben Symmetrieart können verschiedene regelmässige Systeme angehören;

c) sämmtliche Deckbewegungen eines regelmässigen Systems können aus den, in der Anzahl S vorhandenen Deckbewegungen, welche eine gegebene Richtung in sämmtliche andere ihr gleiche Richtungen überführt (und den Deckbewegungen der gegebenen Symmetrieart entsprechen), und Deckschiebungen zusammengesetzt werden ***).

---

*) Symm. d. regelm. Syst. d. Fig. S. 12. Auch diese Zeitschr. **20**, 40.

**) Ebenda S. 12 ff.

***) Auf Grund dieses Satzes können wir dreierlei Systeme unterscheiden: a) solche,

Ausserdem erlaube ich mir hier diejenigen Sätze (mit kleinen Ergänzungen) zu reproduciren, welche schon einmal in dieser Zeitschrift Platz fanden*).

1) In den regelmässigen Systemen sind nur zwei-, drei-, vier- und sechszählige Symmetrie- resp. Schraubenaxen oder Axen der zusammengesetzten Symmetrie möglich.

2) Existirt eine p-zählige Symmetrieaxe O und eine Deckschiebung l, so existirt auch eine resultirende, zu O parallele p-zählige Axe O' von solcher Lage, dass sie gleichen Abstand hat von der Axe O in der primitiven Lage und in der anderen Lage 1, welche letztere nach der erfolgten Schiebung erhält, und dabei bilden die durch Axe O' und die Axen O und 1 gehenden Ebenen einen inneren Winkel $2\pi/p$.

Dieser Satz ist auch für Schraubenaxen und Axen der zusammengesetzten Symmetrie gültig. Er giebt uns ein einfaches Mittel an die Hand, sämmtliche resultirende Axen aufzufinden.

3) Die Symmetrie- und Schraubenaxen sind nothwendig die Deckrichtungen des Systems**).

4) Die zu den Symmetrie- und Schraubenaxen senkrechten Ebenen sind die Ebenen der Deckschiebungen.

5) Existirt eine Symmetrieebene und eine zu ihr senkrechte Schiebung λ, so existirt auch eine resultirende parallele Symmetrieebene, die den Abstand $\lambda/2$ hat. Ist die mit der Symmetrieebene conjugirte Richtung nicht senkrecht, so existirt eine resultirende Gleitebene in der Mitte zwischen zwei nächsten Symmetrieebenen; die Richtung und Grösse der ihr angehörenden Deckschiebung ist durch die Projection der conjugirten Richtung bestimmt.

6) Die Symmetrie- und Gleitebenen sind die Ebenen der Deckschie-

---

bei welchen Symmetrie-Elemente jeder Art sich in einem einzigen Punkte schneiden; in diesem Falle lassen sich alle anderen Symmetrie-Elemente einfach aus diesen durch Herbeiziehen der Deckschiebungen ableiten. Die elementaren Figuren des Systems sind sämmtlich parallel und jede, einzeln genommen, besitzt in vollem Grade Symmetrie des Systems; das sind symmorphe Systeme, oder b) solche, bei welchem nicht Symmetrie-Elemente jeder Art in irgend einem Punkte sich schneiden, sondern nur die Symmetrieaxen; das System besteht aus enantiomorphen Figuren zweierlei Art: eine derselben ist einer anderen symmetrisch. Die Symmetriegrösse jeder einzelnen Figur beträgt somit nur die Hälfte der vollen Symmetrie des Systems; das sind hemisymmorphe Systeme; c) alle anderen Systeme sind asymmorph. Die ihnen angehörenden Elemente der Decksymmetrie jeder Art schneiden einander sämmtlich in keinem Punkte. Folglich sind die elementaren Figuren des Systems verschiedenartig orientirt.

*) Diese Zeitschr. **20**, 41 (auch Symm. d. regelm. Syst. d. Fig. S. 20 ff.).

) Dieser Satz gab Anlass zu weitläufiger Discussion, welche in meiner Abhandlung »Das Grundgesetz der Krystallographie« (diese Zeitschr. **28, 99 ff., auch in einer Notiz in den N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1894, **1**) Platz fand. Hierüber ist noch die besondere Anmerkung am Schlusse nachzusehen.

bungen, und die zu ihnen senkrechten Richtungen sind die Richtungen der Deckschiebungen.

7) Ist die Richtung einer Symmetrieaxe oder einer Schraubenaxe mit der zu ihr senkrechten Ebene nicht conjugirt, so ist die Componente der conjugirten Deckschiebung in der Richtung der Axe die Hälfte der kleinsten Deckschiebung in dieser Richtung, wenn die Axe eine paarzählige, und ein Drittel derselben, wenn die Axe eine dreizählige (und dabei nicht zugleich zweizählige, d. h. keine sechszählige) ist.

Analog gilt dieser Satz für die zu einer Symmetrieebene senkrechte Richtung, d. h. ist diese Richtung nicht conjugirt, so ist die Componente der conjugirten Deckschiebung in dieser Richtung die Hälfte der kleinsten Deckschiebung in derselben.

9) Besitzen zwei analoge*) Systeme S und S' eine p-zählige, in einer Symmetrieebene gelegene Schraubenaxe mit der kleinsten Schiebungscomponente l, so führt die Schiebung l des einen Systems z. B. S' in der Richtung der Axe zu demselben Resultate, als ob sie ein neues, dem Systeme S analoges System S'' erzeugt hätte, welches dem Systeme S symmetrisch ist in Bezug auf eine Symmetrieebene, die mit der primitiven den Winkel π/p bildet.

In dem besonderen Falle einer zweizähligen Schraubenaxe ist dieser Satz als Satz 8) formulirt. Derselbe lautet also: Wenn eine Symmetrieebene durch eine zweizählige Schraubenaxe hindurchgeht und die Richtung der das neue System bildenden Deckschiebung die Richtung der Axe selbst ist, so existirt eine durch dieselbe Axe gehende, zur primitiven Ebene senkrechte Symmetrieebene.

Mittelst dieser Sätze ist es sehr leicht, sämmtliche Systeme abzuleiten, und von zwei unabhängigen Symmetrie-Elementen ausgehend, sämmtliche anderen zu bestimmen.

Am zweckmässigsten scheint es, die einfachen Systeme zum Ausgangspunkte zu wählen, also zwei unabhängige Deckaxen auf Grund der Ableitung zu setzen, und nachdem alle einfachen Systeme erschöpfend abgeleitet sind, dieselben der Prüfung zu unterziehen, auf welche Weise noch die Symmetrie- resp. Gleitebenen hinzugefügt werden können. Wir werden diesem Wege folgen.

Indem wir uns auf den Satz a) stützen, können wir die Ableitung nach den Symmetriearten der endlichen Figuren ordnen. Auf diese Weise kommen wir zu folgenden Fällen:

---

*) d. h. direct symmetrische, aber in beliebiger gegenseitiger Lage vorausgesetzt.

Triklines Subsystem.

a) Hemipinakoidale Symm.*). Symmetrie-Elemente abwesend. Hier ist ein einziges System möglich, und zwar dem Satze c) zufolge ein gewöhnliches Raumgitter mit schief angeordneten Punktreihen. Indem wir drei Normalen zu ebenen Punktnetzen als Coordinatenaxen nehmen, und die Projectionen der respectiven Deckschiebungen auf diese Normalen durch λ, λ_0 und λ_1 bezeichnen, kommen wir zum Systeme 1s**).

Monoklines Subsystem.

b) Hemiprismatische axiale Symm. Zweizählige Deckaxen einer einzigen Richtung anwesend.

Dem Satze 3) zufolge haben diese Axen die Richtung der Deckschiebungen, und die zu ihnen senkrechte Ebene ist die Netzebene. Die Axen stellen wir vertical und bezeichnen sie durch y; in der horizontalen Ebene wählen wir zwei Normalen der Punktreihen als die Axen z und ν.

Hier sind zwei Fälle zu unterscheiden: A) die primitive Axe ist die Symmetrieaxe. Diesem Falle gehören die symmorphen Systeme an, und B) diese Axe ist Schraubenaxe, und dann sind die abgeleiteten Formen asymmorph.

A. Symmorphe Systeme.

Hier sind zwei und nur zwei Voraussetzungen zulässig: a) entweder ist die Richtung der Axe mit der zu ihr senkrechten Ebene conjugirt, oder dies ist nicht der Fall. Die erste Voraussetzung führt uns kraft des Satzes 2 zu einem Systeme 3s), welches lauter zweizählige Symmetrie- (und nicht Schrauben-)axen besitzt. Die zweite Voraussetzung führt uns kraft der Sätze 2) und 7) zu einem Systeme 4s), welches ausser Symmetrieaxen noch Schraubenaxen als resultirende besitzt.

B. Asymmorphe Systeme.

Hier ist im Gegentheil nur die erste Voraussetzung zulässig, weil die zweite zu Symmetrieaxen als resultirenden geführt hätte, und dann wären wir wieder zum Systeme 4s) gekommen. Jetzt erhalten wir also ein einziges System 1a), welches lauter Schraubenaxen besitzt.

Rhombisches Subsystem.

c) Sphenoëdrische Symm. Zwei unabhängige senkrechte zweizählige Deckaxen vorhanden.

---

*) Abgekürzt für »Symmetrieart«.

**) In den Tafeln sind die entsprechenden Systeme unter dieselbe Nummer gestellt.

Nehmen wir sie beide als die in einem einzigen Punkte einander schneidenden Symmetrieaxen, so kommen wir zu symmorphen Systemen. Sonst sind die Systeme asymmorph.

A. Symmorphe Systeme.

Hier sind folgende und nur folgende Voraussetzungen zulässig: entweder alle drei Axen *y*, *z* und *v* sind mit den zu ihnen senkrechten Ebenen conjugirt; dann sind sämmtliche Deckaxen Symmetrieaxen (System 9s); oder die Axe *y* allein ist mit der zu ihr senkrechten Ebene conjugirt; ausser den resultirenden Symmetrieaxen erhalten wir jetzt auch resultirende, den Axen *z* und *v* parallele und in einem Punkte mit der resultirenden verticalen Symmetrieaxe sich schneidende Schraubenaxen (Syst. 10s); oder endlich, es sind keine Axen mit den zu ihnen senkrechten Ebenen conjugirt, und dann kommt die Axe *y* a) entweder mit der ihr parallelen, in diagonaler Lage befindlichen resultirenden Axe (die resultirenden Schraubenaxen bilden alsdann ein besonderes Raumgitter, welches mit dem von den Symmetrieaxen gebildeten keinen Punkt gemein hat, Syst. 11s) oder mit der ihr parallelen Axe, welche in der Ebene *yz* liegt, zur Deckung; dann giebt es resultirende Schraubenaxen jeder Gattung, und jede derselben liegt in der Mitte zwischen zwei nächsten Symmetrieaxen (Syst. 12s).

Andere Voraussetzungen sind unmöglich.

B. Asymmorphe Systeme.

Zuerst nehmen wir an, dass eine der unabhängigen Axen, z. B. die verticale, die Schraubenaxe ist. Dabei sind drei Voraussetzungen zulässig: a) sämmtliche Axen sind mit den zu ihnen senkrechten Ebenen conjugirt; die verticalen Axen sind sämmtlich Schraubenaxen; alle anderen sind Symmetrieaxen; in einem Punkte schneiden sich stets eine Symmetrie- und eine Schraubenaxe (Syst. 4a); b) die Axe *y**) allein ist mit der zu ihr senkrechten Ebene conjugirt; die verticalen Axen sind wieder sämmtlich Schraubenaxen; in horizontalen, die Axen *z* oder die Axen *v* enthaltenden Ebenen alterniren Symmetrie- und Schraubenaxen (Syst. 5a); c) keine Axen sind mit den zu ihnen senkrechten Ebenen conjugirt; dann muss nothwendig die Axe *y* mit der ihr parallelen, in diagonaler Stellung befindlichen Axe zur Deckung kommen. Jetzt enthalten sämmtliche, den Coordinatenebenen parallele, Ebenen die Symmetrieaxen einer Richtung und die zu ihnen senkrechten Schraubenaxen (Syst. 6a).

Weiter ist die Annahme zulässig, dass die beiden einander schneidenden unabhängigen Axen Schraubenaxen sind. Werden als diese Axen *z* und *v* angenommen, so erhalten wir die mit ihnen sich nicht schneidenden

*) Die Voraussetzung, dass nicht etwa *y*, sondern *z* (oder *v*) allein mit der zu ihr senkrechten Ebene conjugirt ist, führt zu dem symmorphen Systeme 10s).

Symmetrieaxen y als die resultirenden, und somit kommen wir zum System 7a). Alle Voraussetzungen über Nichtconjugirtheit der Axen führen uns zu keinen neuen Systemen.

Jetzt bleibt die Annahme übrig, nach welcher die unabhängigen Axen sich nicht in einem Punkte schneiden. Zuerst ist die Annahme zulässig, dass die beiden Axen Symmetrieaxen sind; diese Annahme führt uns aber zum bekannten Systeme 4 a). Die weitere Annahme, dass eine derselben Schraubenaxe ist, führt zum Systeme 7a). Die letzte Annahme ist, dass die beiden unabhängigen Axen Schraubenaxen sind, und dann kommen wir zum Systeme 8 a), in welchem auch die resultirenden Axen die mit den unabhängigen sich nicht schneidenden Schraubenaxen sind.

Tetragonales System.

d) Tetragonal-pyramidale Symm. Unabhängige vierzählige (verticale) Deckaxe.

Ist diese Axe Symmetrieaxe, so kommen wir zu symmorphen Systemen; sonst erhalten wir die asymmorphen.

A. Symmorphe Systeme.

Hier sind folgende und nur folgende Voraussetzungen zulässig: entweder sind diese Axen mit der zu ihr senkrechten Ebene conjugirt oder dies ist nicht der Fall.

Die erste Voraussetzung führt uns zum Systeme 22 s), in welchem die resultirenden parallelen Axen theils zweizählige, theils vierzählige Symmetrieaxen sind.

Die zweite Voraussetzung führt uns zum Systeme 23 s), in welchem die resultirenden parallelen Axen theils zweizählige Schraubenaxen, theils vierzählige Schraubenaxen sind mit der Längsschiebung $\lambda/2$.

B. Asymmorphe Systeme.

Die unabhängigen Axen sind vierzählige Schraubenaxen. Sind sie die Axen mit der Längsschiebung $\lambda/4$, so unterscheiden wir die rechte (System 30 a) und die linke (Syst. 31 a); die resultirenden parallelen Axen sind theilweise ebensolche vierzählige Schraubenaxen, theilweise zweizählige Schraubenaxen (in der Voraussetzung, dass die Richtung dieser Axen mit der ihr senkrechten Ebene conjugirt ist).

Ist aber die Richtung der Axen mit der zu ihr senkrechten Ebene nicht conjugirt, so ist nur die Voraussetzung zulässig, dass die unabhängige Axe mit der ihr parallelen, in diagonaler Stellung befindlichen Axe zur Deckung kommt. Dann sind die resultirenden Axen theils zweizählige Symmetrieaxen, theils vierzählige Schraubenaxen mit der Längsschiebung $\lambda/4$, aber von entgegengesetzter Drehung, und so kommt das einzige Syst. 32 a) zu Stande.

Es bleibt nur die Annahme übrig, dass die unabhängige Axe vierzählige Schraubenaxe ist mit der Längsschiebung $\lambda/2$. Wird die Voraussetzung gemacht, dass die Richtung der Axe mit der zu ihr senkrechten Ebene nicht conjugirt ist, so erhält man das System 23s). Ist aber diese Richtung conjugirt angenommen, so erhält man das System 33a).

e) Tetragonal-trapezoëdrische Symm. Die unabhängigen Axen sind zwei horizontale zweizählige Deckaxen y_0 und y_1, von welchen die eine gegen die andere unter 45° geneigt ist.

A. Symmorphe Systeme.

Die beiden Axen sind die Symmetrieaxen. Hier sind zwei Voraussetzungen zulässig: entweder ist die Richtung der resultirenden vierzähligen Symmetrieaxe y mit der zu ihr senkrechten Ebene conjugirt, oder nicht. Diese zwei Voraussetzungen führen uns zu zwei Systemen 30s) und 31s). Die Lage der resultirenden Axen ersieht man am besten aus den entsprechenden Zeichnungen.

B. Asymmorphe Systeme.

Jetzt sind die unabhängigen Axen als Schraubenaxen oder auch als einander nicht schneidende anzunehmen. Nehmen wir zuerst an, die beiden Axen schneiden sich in einem Punkte, und eine derselben ist die Schraubenaxe. Man kommt zum Systeme 43a), und die Lage der resultirenden Axen ersieht man am besten aus der Zeichnung.

Die Voraussetzung, dass die Axe y mit der zu ihr senkrechten Ebene nicht conjugirt ist, führt zu keinem neuen Systeme.

Die Annahme, dass die beiden Axen Schraubenaxen sind, ist überflüssig, weil kraft des Satzes 2) unter den resultirenden Axen einer oder der anderen Gattung stets Symmetrieaxen vorhanden sein müssen.

Somit sind die Annahmen erschöpft, unter welchen die beiden unabhängigen Axen sich schneiden, und wir wenden uns denjenigen Fällen zu, in welchen diese Axen als einander nicht schneidende angenommen werden müssen.

Zuerst nehmen wir an, dass die beiden Axen Symmetrieaxen sind. Man beweist leicht, dass der kürzeste nach der verticalen Axe gerichtete Abstand l die Grössen $\lambda/8$ und $\lambda/4$ besitzen kann. In dem ersten Falle ist die resultirende Axe vierzählige Schraubenaxe mit der Längsschiebung $\lambda/4$; in dem zweiten Falle gehört zu derselben Axe die Längsschiebung $\lambda/2$.

Ist die erste Voraussetzung angenommen, so müssen wir rechte und linke Schraubenaxen unterscheiden, und somit zu zwei Systemen 44a) und 45a) kommen. Machen wir noch die Voraussetzung, dass die Richtung der Axe y mit der zu ihr senkrechten Richtung nicht conjugirt ist, so kommen wir noch zum Systeme 46a), welches zugleich rechte und linke Axen besitzt.

Bei der zweiten Voraussetzung lässt sich nur ein einziges neues System 47a) bestimmen.

Nun bleibt noch die Annahme übrig, dass eine der beiden unabhängigen Axen Schraubenaxe ist. Wir finden wieder zwei mögliche Fälle, je nachdem der kürzeste Abstand l gleich $\lambda/8$ oder $\lambda/4$ ist.

Der erste Fall giebt uns zwei neue Systeme 48a) und 49a), in welchen die verticalen vierzähligen Axen die rechten resp. die linken sind.

Der zweite Fall giebt uns ein einziges neues System 50a).

Hexagonales System.

f) Trigonal-pyramidale Symm. Die einzige unabhängige Axe ist die (verticale) dreizählige Deckaxe. Wir können sie als Symmetrie- oder Schraubenaxe nehmen, und kommen somit zu symmorphen resp. asymmorphen Systemen.

A. Symmorphe Systeme.

Hier sind nur zwei Voraussetzungen zulässig: die verticalen Axen sind mit der zu ihnen senkrechten Ebene conjugirt, oder dies ist nicht der Fall. Je nach der Voraussetzung kommen wir zu den beiden Systemen 38s) resp. 39s).

B. Asymmorphe Systeme.

Die Voraussetzung, dass die verticalen Axen mit der zu ihnen senkrechten Ebene nicht conjugirt sind, ist hier unmöglich, und es bleibt somit nur der Fall des Conjugirtseins, welches uns ein rechtes System 68a) und ein linkes System 69a) giebt.

g) Trigonal-trapezoëdrische Symm. Zwei unabhängige horizontale zweizählige Deckaxen, welche gegeneinander um 60° geneigt sind.

A. Symmorphe Systeme.

Die beiden Axen sind in einem Punkte einander schneidende Symmetrieaxen. In der Voraussetzung, dass die verticale Axe y mit der zu ihr senkrechten Ebene conjugirt ist, bleiben noch die Annahmen zulässig, dass die Richtung der horizontalen Symmetrieaxen die der elementaren Deckschiebung ist, oder dies nicht ist (dann muss dem Satze 7 zufolge die Deckschiebung den Winkel zweier nächster Axen halbiren). Da aber die horizontale Axe h immer als Coordinatenaxe y_0 angenommen wird, so führen uns diese zwei Annahmen zu zwei Systemen, deren analytische Ausdrücke und graphische Zeichnungen durch 44s) und 45s) bezeichnet sind.

Es bleibt noch die Voraussetzung übrig*), nach welcher die Richtung der Axe y mit der zu ihr senkrechten Ebene nicht conjugirt ist, und auf diese Weise erhält man noch das System 46s).

*) Die Voraussetzung, dass dabei die Symmetrieaxen y_0, y_1 ... nicht die Richtungen der Elementardeckschiebungen sind, führt uns zu keinem neuen Systeme.

B. Asymmorphe Systeme.

Es lässt sich leicht beweisen, dass hier die beiden unabhängigen Axen nur als Symmetrieaxen angenommen werden können*). Folglich steht nur noch aus, den Fall zu prüfen, in welchem diese Axen sich nicht schneiden. Je nach ihrer Lage findet man, dass die resultirende verticale dreizählige Schraubenaxe eine rechte oder linke ist, und dann, je nachdem die unabhängigen Axen die Richtung der elementaren Deckschiebung besitzen oder nicht, kommt man zu zwei Paaren neuer Systeme 70a) und 71a) einerseits, und 72a) und 73a) andererseits.

h) Hexagonal-pyramidale Symm. Unabhängige sechszählige Deckaxen einer einzigen Richtung (verticale).

A. Symmorphe Systeme.

Hier ist nur eine Annahme zulässig: die Axen seien Symmetrieaxen, und so kommt man zum Systeme 49s).

B. Asymmorphe Systeme.

Dieselben Axen sind jetzt noch als Schraubenaxen anzunehmen. Die Voraussetzung, dass diese als rechte resp. linke Axen die Längsschiebung $\lambda/6$ besitzen, führt zum Systeme 74a) resp. 75a); jene, dass diese Axen die Längsschiebung $\lambda/3$ besitzen, führt zum Systeme 76a) resp. 77a); endlich jene, dass dieselben die Längsschiebung $\lambda/2$ besitzen (also keine einseitigen Axen mehr sind) führt noch zum Systeme 78a).

i) Hexagonal-trapezoëdrische Symm. Zwei unabhängige horizontale zweizählige Deckaxen, welche gegeneinander um 30° geneigt sind.

Nach dem oben Erklärten sind auch hier ausschliesslich unabhängige Symmetrieaxen anzunehmen. Die resultirenden verticalen Axen sind sechszählige.

A. Symmorphe Systeme.

Schneiden sich alle diese drei Axengattungen in einem Punkte, so erhält man ein einziges hierher gehöriges symmorphes System 54s).

B. Asymmorphe Systeme.

Jetzt sind die beiden unabhängigen Axen als nicht einander schneidende anzunehmen. Je nach der Grösse ihres kürzesten Abstandes und ihrer Lage unterscheidet man fünf verschiedene Fälle, welche zu fünf Systemen führen, und zwar zu den Systemen 82a) und 83a) (mit rechter resp. linker sechszähliger Schraubenaxe mit der Längsschiebung $\lambda/6$), 84a) und 85a) (die sechszähligen Schraubenaxen, rechte resp. linke, mit der Längsschiebung $\lambda/3$) und endlich das System 86a) (sechszählige Schraubenaxe mit der Längsschiebung $\lambda/2$), welche also weder rechte noch linke ist.

*) Weil Schraubenaxen kraft des Satzes 2) stets vorhanden sein müssen.

Tesserales System.

k) Tetartoëdrische Symm. Zwei unabhängige Deckaxen sind eine dreizählige Axe 0 und eine zweizählige Axe x_1.

A. Symmorphe Systeme.

Beide sind Symmetrieaxen und schneiden sich in einem Punkte. Hier sind drei Voraussetzungen zulässig: entweder alle drei Axen x_0, x_1 und x_2 sind mit den zu ihnen senkrechten Ebenen conjugirt — es entsteht das System 59s); oder keine von ihnen ist mit denselben Ebenen conjugirt. In letzterem Falle kann die elementare Deckschiebung parallel der Diagonalebene sein, und man kommt zum Systeme 60s), oder sie ist einer Coordinatenebene parallel, und dann erhalten wir das System 61s).

B. Asymmorphe Systeme.

Hier müssen dem Satze 2) zufolge stets dreizählige Symmetrie-, ebenso wie Schraubenaxen vorhanden sein, rechte ebenso wie linke. Infolge dessen sind die speciellen Annahmen dieser Axen als Symmetrieaxen oder als Schraubenaxen überflüssig, und es bleiben nur drei Annahmen übrig: 1) Symmetrieaxe 0 schneidet sich mit der Schraubenaxe x_1, oder 2) dieselbe Axe schneidet sich nicht mit der Symmetrieaxe x_1, oder endlich 3) dieselbe Axe schneidet sich nicht mit der Schraubenaxe x_1. Die erste Voraussetzung führt uns aber zu keinem neuen Systeme, weil wir diesen Fall in dem Systeme 60s) vor uns haben. Die dritte Voraussetzung führt uns zu zwei neuen Systemen, indem man die Richtungen der Axen x_0, x_1 und x_2 als conjugirt mit den zu ihnen senkrechten Ebenen (Syst. 89a) oder nicht conjugirt (Syst. 90a) annimmt. Die zweite Voraussetzung führt uns wieder zu einem schon früher gefundenen System.

l) Gyroëdrische Symm. Zwei unabhängige Deckaxen: die dreizählige Axe 0 und die zweizählige Axe z_0.

A. Symmorphe Systeme.

Sind beide als Symmetrieaxen angenommen und schneiden sie sich in einem Punkte, so kommen wir zu den hierzu gehörenden Systemen, und zwar dem Systeme 68s), wenn alle drei Axen als conjugirt mit den zu ihnen senkrechten Ebenen angenommen werden; 69s), wenn keine von ihnen conjugirt ist, und die Axe x_0 (die verticale) mit der in diagonaler Stellung befindlichen Axe zur Deckung kommt; endlich ergiebt sich das System 70s), falls dieselbe Axe mit der in derselben Coordinatenebene befindlichen Axe zu Deckung kommt.

B. Asymmorphe Systeme.

Dem oben Gesagten gemäss muss eine dreizählige Axe stets als Symmetrieaxe angenommen werden. Aus demselben Grunde ist jetzt auch die andere unabhängige Axe z_0 als Symmetrieaxe anzunehmen. Es ist also nur

eine einzige Annahme zu prüfen, nach welcher die beiden unabhängigen Axen sich nicht in einem Punkte schneiden. Bezeichnen wir den kürzesten Abstand zwischen beiden Axen in der Richtung der Axe x_1 durch L_1, so finden wir zwei mögliche Fälle: 1) $L_1 = \lambda/4$ und 2) $L_1 = \lambda/2$.

Der erste Fall ist derjenige der Anwesenheit der rechten resp. der linken vierzähligen Schraubenaxen x_0, x_1 und x_2 mit der Längsschiebung $\lambda/4$. In dem zweiten Falle sind diese Axen vierzählige Schraubenaxen mit der Längsschiebung $\lambda/2$, also zugleich zweizählige Symmetrieaxen.

Untersuchen wir zuerst den ersten Fall, so finden wir drei Voraussetzungen zulässig: entweder 1) sind die Richtungen dieser Axen mit den zu ihnen senkrechten Ebenen conjugirt, und nun findet man die Systeme 94a) und 95a) mit rechten resp. linken vierzähligen Axen; oder 2) diese Axen sind mit den zu ihnen senkrechten Ebenen nicht conjugirt, und dann führt die elementare Deckschiebung die Axe x_0 in Diagonalstellung und wir erhalten das System 96a); oder endlich die elementare Deckschiebung bringt dieselbe Axe mit einer Geraden zur Deckung, welche in der Ebene $x_0 x_1$ liegt, dann finden wir das System 97a).

Der zweite Fall giebt uns ein einziges neues System 98a). In dem Systeme 97a) findet man zugleich rechte und linke Schraubenaxen; in dem Systeme 98a) sind nur die Schraubenaxen mit der Längsschiebung $\lambda/2$ vorhanden, also keine rechte oder linke mehr.

Damit ist die Ableitung der einfachen Systeme abgeschlossen, und es bleibt zu untersuchen, auf welche Weise sich noch die Elemente der directen (geraden) Symmetrie einschieben lassen.

Wir glauben aber auf diese Einzelheiten nicht eingehen zu müssen, weil dies alles übersichtlich genug durch die beigegebenen Zeichnungen, ebenso wie durch die Gleichungen angezeigt worden ist. Die letzteren sind in der von uns angenommenen Anordnung der Symmetriearten zusammengestellt; die Zeichnungen sind aber nach einem ganz anderen Principe angeordnet. Um diese Zeichnungen möglichst zu vereinfachen und übersichtlich zu machen, sind die Punktsysteme in Gruppen getheilt. In jeder Gruppe ist zum Ausgangspunkte das ihr zugehörige einzige einfache System angenommen, und in allen anderen Systemen derselben Gruppe sind dieselben Deckaxen sämmtlich in der gleichen gegenseitigen Lage anwesend, so dass die eingezeichneten Elemente der geraden Symmetrie nur die complementären Symmetrie-Elemente bilden, zu welchen immer die Elemente des einfachen Systems hinzugefügt gedacht werden müssen. Auf diese Weise werden die Zeichnungen in hohem Grade vereinfacht, ohne dass sie dadurch im Geringsten an Uebersichtlichkeit verlieren, sondern sogar an dieser gewinnen. Die zu verschiedenen Symmetriearten gehörenden Systeme sind in verschiedenen Reihen angeordnet; dabei tritt die Zusammengehörigkeit ebenso wie die Verschiedenheit möglichst klar zu Tage.

Somit halte ich die Aufgabe dieser Einleitung für erschöpft und schliesse sie mit einer tabellarischen Zusammenstellung sämmtlicher **Gleichungen** der Punktsysteme*).

Tabelle der regelmässigen Punktsysteme.

Digonales System.

a. Triklines Subsystem.

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
1. Hemipinakoidale Symm. ($y = b$, $z = c$, $\nu = d$).			
1) $+\lambda$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$	keine	keine	1
2. Pinakoidale Symm. ($y = n^\pi b$, $z = n^\pi c$, $\nu = n^\pi d$.			
2) $+\lambda$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$	keine	keine	1
2	—	—	2

b. Monoklines Subsystem.

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
3. Hemiprismatisch-axiale Symm. ($y = b$, $z = n^\nu c$, $\nu = n^\nu d$).			
3) $+\lambda$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$**) 4) $+F\lambda/2$, $+F\lambda_0/2$, $+\lambda_1$***)	keine	1) $+\nu\lambda/2$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$**)	3
4. Hemiprismatisch-axenlose Symm. ($y = n^\chi b$, $z = c$, $\nu = d$).			
5) $+\lambda$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$ 6) $+F\lambda/2$, $+F\lambda_0/2$, $+\lambda_1$	1) $+\lambda$, $+\lambda_0$, $+\chi\lambda_1/2$ 2) $+F\lambda/2$, $+F\lambda_0/2$, $+\chi\lambda_1/2$	keine	4
5. Rhomboprismatische Symm. ($y = n^\chi b$, $z = n^\nu c$, $\nu = n^\nu d$).			
7) $+\lambda$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$ 8) $+F\lambda/2$, $+F\lambda_0/2$, $+\lambda_1$	3) $+\lambda$, $+\lambda_0$, $+\chi\lambda_1/2$ 4) $+F\lambda/2$, $+F\lambda_0/2$, $+\chi\lambda_1/2$	2) $\nu\lambda/2$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$ 3) $\nu\lambda/2$, $+\chi\lambda_0/2$, $+\lambda_1$	6
6	4	3	13

c. Rhombisches Subsystem.

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
6. Sphenoëdrische Symm. ($y = n^h b$, $z = n^\nu c$, $\nu = n^{\nu+h} d$).			
9) $+\lambda$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$ 10) $+\lambda$, $+F\lambda_0/2$, $+F\lambda_1/2$		4) $+\nu\lambda/2$, $+\lambda_0$, $+\lambda_1$ 5) $+\nu\lambda/2$, $+F\lambda_0/2$, $+F\lambda_1/2$	

*) Die Tabelle fand schon einmal in dieser Zeitschr. (**20**, 48 ff.) Platz, aber nicht in der jetzt vorgeschlagenen verkürzten und übersichtlichen Form, welche ich als definitive betrachte. Vor dem Namen des Systems stehen die Symmetrieglieder, welche allen derselben Symmetrieart angehörenden Systemen gemeinsam sind. Unter den Nummern aber sind nur Schiebungsglieder, welche jedes System individuell charakterisiren, angegeben.

**) In der Tafel ist dieses System in drei Variationen aufgezeichnet, welche zum Ausgangspunkte der Ableitung anderer Systeme dienen.

***) In der Tafel in vier Variationen aufgezeichnet.

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
11) $+F\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	keine	6) $+(F+\nu)\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	
12) $+F\lambda/2, +(F+G)\lambda_0/2, G\lambda_1/2$		7) $+\lambda, +h\lambda_0/2, +h\lambda_1/2$	
		8) $+\nu\lambda/2, +(h+\nu)\lambda_0/2, +\nu\lambda_1/2$	9

7. Rhombopyramidale Symm. $(y = b,\ z = n^\nu c,\ \nu = n^{\nu+\varphi} d)$.

Symmorphe Syst.	Hemisymmorphe Syst.	Asymmorphe Syst.	Zusamm.
13) $+\lambda, +\lambda_0, +\lambda_1$	5) $+\varphi\lambda/2, +\lambda_0, +\lambda_1$	9) $+\nu\lambda/2, +\lambda_0, +\lambda_1$	
	6) $+\lambda, +\varphi\lambda_0/2, +\lambda_1$	10) $+\nu\lambda/2, +\lambda_0, +\varphi\lambda_1/2$	
	7) $+\varphi\lambda/2, +\varphi\lambda_0/2, +\lambda_1$	11) $+\nu\lambda/2, +\varphi\lambda_0/2, +\lambda_1$	
	8) $+\varphi\lambda/2, +\varphi\lambda_0/2, +\varphi\lambda_1/2$	12) $+\nu\lambda/2, +\varphi\lambda_0/2, +\varphi\lambda_1/2$	
	9) $+\lambda, +\varphi\lambda_0/2, +\varphi\lambda_1/2$	13) $+\nu\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	.
14) $+\lambda, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$			
	10) $+\varphi\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$		
15) $+F\lambda/2, +F\lambda_0/2, +\lambda_1$			
	11) $+F\lambda/2, +(F+\varphi)\lambda_0/2, +\lambda_1$		
	12) $+F\lambda/2, +F\lambda_0/2, +\varphi\lambda_1/2$		
	13) $+(F+\varphi)\lambda/2, +F\lambda_0/2, +\varphi\lambda_1/2$		
16) $+F\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$			
	14) $+F\lambda/2, +(F+\varphi)\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$		
	15) $+(F+\varphi)\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$		
17) $+F\lambda/2, +(F+G)\lambda_0/2, +G\lambda_1/2$			
	16*) $+(2F+\varphi)\lambda/4, +(2F+2G+\varphi)\lambda_0/4, +(2G+\varphi)\lambda_1/4$		22

8. Rhombobipyramidale Symm. $(y = n^{h+\chi} b,\ z = n^\nu c,\ \nu = n^{\nu+h} d)$.

Symmorphe Syst.	Hemisymmorphe Syst.	Asymmorphe Syst.	Zusamm.
18) $+\lambda, +\lambda_0, +\lambda_1$	17**) $+\chi\lambda/2, +\lambda_0, +\lambda_1$	14) $+\nu\lambda/2, +\lambda_0, +\lambda_1$	
	18) $+\lambda, +\chi\lambda_0/2, +\chi\lambda_1/2$	15) $+\nu\lambda/2, +\lambda_0, +\chi\lambda_1/2$	
	19) $+\chi\lambda/2, +\chi\lambda_0/2, +\chi\lambda_1/2$	16) $+\nu\lambda/2, +\chi\lambda_0/2, +\lambda_1$	
19) $+\lambda, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$			
	20) $\chi\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	17) $+\nu\lambda/2, +\chi\lambda_0/2, +\chi\lambda_1/2$	
	21) $+\lambda_1, +(F+\chi)\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	18) $+\nu\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	
	22) $+\chi\lambda/2, +(F+\chi)\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	19) $+\nu\lambda/2, +F\lambda_0/2, +(F+\chi)\lambda_1/2$	
20) $+F\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$			
	23) $+(F+\chi)\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	20) $+(F+\nu)\lambda/2, +F\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	
21) $+F\lambda/2, +(F+G)\lambda_0/2, +G\lambda_1/2,$			
	24) $+(2F+\chi)\lambda/4, +(2F+2G+\chi)\lambda_0/4$ $+(2G+\chi)\lambda_1/4$	21) $+(F+\nu)\lambda/2, +(F+\chi)\lambda_0/2, +F\lambda_1/2$	
		22) $+\lambda, +h\lambda_0/2, +h\lambda_1/2$	
		23) $+\lambda, +h\lambda_0/2+(h+\chi)\lambda_1/2$	
		24) $+\lambda, +(h+\chi)\lambda_0/2, +(h+\chi)\lambda_1/2$	
		25) $+\chi\lambda/2, +h\lambda_0/2, +h\lambda_1/2$	
		26) $+\chi\lambda/2, +(h+\chi)\lambda_0/2, +h\lambda_1/2$	
		27) $+\chi\lambda/2, +(h+\chi)\lambda_0/2, +(h+\chi)\lambda_1/2$	

*) Früher 17h) (diese Zeitschr. **20**, 50).

**) Früher 18h), 18h) früher 19h) u. s. w. bis 24h), früher 16h).

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
		28) $+\nu\lambda/2,\ +(h+\nu)\lambda_0/2,\ +\nu\lambda_1/2$	
		29) $+\nu\lambda/2,\ +(h+\nu)\lambda_0/2,\ +(\nu+\chi)\lambda_1/2$	28
13	20	26	59

Tetragonales System.

9. Tetragonal-pyramidale Symm. $(y = b,\ y_0 = \overset{4}{b}_\nu,\ y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+1})$.

Symmorphe Syst.	Hemisymmorphe Syst.	Asymmorphe Syst.	Zusamm.
22) $+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	keine	30) u. 31) $\pm\nu\lambda/4,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
23) $+F\lambda/2,\ +F\lambda_0/2,\ +F\lambda_0/2$		32) $(2F+\nu)\lambda/4,\ +F\lambda_0/2,\ +F\lambda_0/2$	
		33) $+\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	6

10. Ditetragonal-pyramidale Symm. $(y = b,\ y_0 = \overset{4}{b}_\nu,\ y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+n^{\varphi}})$.

Symmorphe Syst.	Hemisymmorphe Syst.	Asymmorphe Syst.	Zusamm.
24) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	25) $\varphi\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$		
	26) $\lambda,\ \varphi\lambda_0/2,\ \varphi\lambda_0/2$		
	27) $\varphi\lambda/2,\ \varphi\lambda_0/2,\ \varphi\lambda_0/2$		
25) $F\lambda/2,\ F\lambda_0/2,\ F\lambda_0/2$	28) $(F+\varphi)\lambda/2,\ F\lambda_0/2,\ F\lambda_0/2$	34) $(2F+\nu)\lambda/4,\ F\lambda_0/2,\ (F+\varphi)\lambda_0/2$	
		35) $(2F+2\varphi+\nu)\lambda/4,\ F\lambda_0/2,\ (F+\varphi)\lambda_0/2$	
		36) $\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		37) $(\nu+\varphi)\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		38) $(\nu+\varphi)\lambda/2,\ \varphi\lambda_0/2,\ \varphi\lambda_0/2$	
		39) $\nu\lambda/2,\ \varphi\lambda_0/2,\ \varphi\lambda_0/2$	12

11. Tetragonal-sphenoëdrische Symm. $(y = n^\pi b,\ y_0 = \overset{4}{b}_\pi,\ y_1 = \overset{4}{b}_{\pi+1})$.

Symmorphe Syst.	Hemisymmorphe Syst.	Asymmorphe Syst.	Zusamm.
26) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	keine	keine	
27) $F\lambda/2,\ F\lambda_0/2,\ F\lambda_0/2$*)			2

12. Tetragonal-bipyramidale Symm. $(y = n^\chi b,\ y_0 = \overset{4}{b}_\nu,\ y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+1})$.

Symmorphe Syst.	Hemisymmorphe Syst.	Asymmorphe Syst.	Zusamm.
28) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	29) $\lambda,\ \chi\lambda_0/2,\ \chi\lambda_0/2$	40) $(2F+\nu)\lambda/4,\ F\lambda_0/2,\ (F+\chi)\lambda_0/2$	
29) $F\lambda/2,\ F\lambda_0/2,\ F\lambda_0/2$		41) $\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		42) $\nu\lambda/2,\ \chi\lambda_0/2,\ \chi\lambda_0/2$	6

13. Tetragonal-trapezoëdrische Symm. $(y = n^h b,\ y = \overset{4}{b}_\nu,\ y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+n^h})$.

Symmorphe Syst.	Hemisymmorphe Syst.	Asymmorphe Syst.	Zusamm.
30) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	keine	43) $\lambda,\ h\lambda_0/2,\ h\lambda_0/2$	
31) $F\lambda/2,\ F\lambda_0/2,\ F\lambda_0/2$		44) u. 45) $\pm\nu\lambda/4,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		46) $(2F+\nu)\lambda/4,\ F\lambda_0/2,\ F\lambda_0/2$	
		47) $\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		48) u. 49) $\pm\nu\lambda/4,\ h\lambda_0/2,\ h\lambda_0/2$	
		50) $(h+\nu)\lambda/2,\ h\lambda_0/2,\ h\lambda_0/2$	10

*) Das besondere für dieses System allein gebrauchte Zeichen bedeutet nur, dass für die entsprechende Axe die ihr zugehörige Ebene der zusammenges. Symm. nicht durch das Coordinatencentrum hindurchgeht, sondern im Abstande $\lambda/4$ davon absteht.

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
14. Tetragonal-skalenoëdrische Symm. ($y=n^h b$, $y_0=\overset{4}{b}_\delta$, $y_1=\overset{4}{b}_{\delta+n}\delta+h$).			
32) $\lambda, \lambda_0, \lambda_0$	30) $\delta\lambda/2, \lambda_0, \lambda_0$	51) $\pi\lambda/4, \lambda_0, h\lambda_0/2$*)	
33) $\lambda, F\lambda_0/2, F\lambda_0/2$	31) $\delta\lambda/2, F\lambda_0/2, F\lambda_0/2$	52) $\lambda, h\lambda_0/2, h\lambda_0/2$	
	32) $\lambda, (F+\delta)\lambda_0/2, F\lambda_0/2$	53) $\delta\lambda/2, h\lambda_0/2, h\lambda_0/2$	
	33) $\delta\lambda/2, (F+\delta)\lambda_0/2, F\lambda_0/2$		
34) $F\lambda/2, F\lambda_0/2, F\lambda_0/2$			
35) $F\lambda/2, (F+G)\lambda_0/2, G\lambda_0/2$	34) $(F+\delta)\lambda/2, (F+G)\lambda_0/2, G\lambda_0/2$		12
15. Ditetragonal-bipyramidale Symm. ($y = n^{h+\chi}b$, $y_0 = \overset{4}{b}_\nu$, $y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+n}h$).			
36) $\lambda, \lambda_0, \lambda_0$	35) $\chi\lambda/2, \lambda_0, \lambda_0$	54) $\lambda, h\lambda_0/2, h\lambda_0/2$	
	36) $\lambda, \chi\lambda_0/2, \chi\lambda_0/2$	55) $\lambda, (h+\chi)\lambda_0/2, (h+\chi)\lambda_0/2$	
	37) $\chi\lambda/2, \chi\lambda_0/2, \chi\lambda_0/2$	56) $\chi\lambda/2, h\lambda_0/2, h\lambda_0/2$	
37) $F\lambda/2, F\lambda_0/2, F\lambda_0/2$	38) $(F+\chi)\lambda/2, F\lambda_0/2, F\lambda_0/2$	57) $\chi\lambda/2, (h+\chi)\lambda_0/2, (h+\chi)\lambda_0/2$	
		58) $\nu\lambda/4, (F+\chi)\lambda_0/2, F\lambda_0/2$	
		59) $(2\chi+\nu)\lambda/4, (F+\chi)\lambda_0/2, F\lambda_0/2$	
		60) $\nu\lambda/2, \lambda_0, \lambda_0$	
		61) $(\nu+\chi)\lambda/2, \lambda_0, \lambda_0$	
		62) $(\nu+\chi)\lambda/2, \chi\lambda_0/2, \chi\lambda_0/2$	
		63) $\nu\lambda/2, \chi\lambda_0/2, \chi\lambda_0/2$	
		64) $(\nu+h)\lambda/2, h\lambda_0/2, h\lambda_0/2$	
		65) $(\nu+h)\lambda/2, (h+\chi)\lambda_0/2, (h+\chi)\lambda_0/2$	
		66) $(\nu+h+\chi)\lambda/2, h\lambda_0/2, h\lambda_0/2$	
		67) $(\nu+h+\chi)\lambda/2, (h+\chi)\lambda_0/2, (h+\chi)\lambda_0/2$	20
16	14	38	68

Hexagonales System.

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
16. Trigonal-pyramidale Symm. ($y = b$, $y_0 = \overset{3}{b}_\nu$, $y = \overset{3}{b}_{\nu+1}$).			
38) $\lambda, \lambda_0, \lambda_0$**)	keine	68) u. 69) $\pm\lambda/3, \lambda_0, \lambda_0$	
39) $F\lambda/3, F\lambda_0/3, F\lambda_0/3$			4
17. Ditrigonal-pyramidale Symm. ($y = b$, $y_0 = \overset{3}{b}_\nu$, $y_1 = \overset{3}{b}_{\nu+n}\varphi$).			
40) $\lambda, \lambda_0, \lambda_0$	39) $\varphi\lambda/2, \lambda_0, \lambda_0$	keine	
41) $\lambda, F\lambda_0/3, F\lambda_0/3$	40) $\varphi\lambda/2, F\lambda_0/3, F\lambda_0/3$		
42) $F\lambda/3, F\lambda_0/3, F\lambda_0/3$	41) $F\lambda/3+\varphi\lambda/2, F\lambda_0/3, F\lambda_0/3$		6

*) Im Gegensatze zu anderen Zeichnungen befindet sich das Coordinatencentrum in dem Mittelpunkte der Zelle. Für dieses System allein finde ich nicht die allgemeine, sondern eine besondere Symmetriegleichung anzuwenden geeignet, und zwar:

$$y = n^{h+\pi}b\,, \quad y_0 = \overset{4}{b}_\pi\,, \quad y_1 = \overset{4}{b}_{\pi+n}h\,.$$

Hier drückt π die vierzählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie und h die horizontale Axe wie gewöhnlich aus (vergl. Symm. d. regelm. Syst. S. 117).

**) Dieses System ist in der Tafel in zwei Lagen angegeben; der zweiten Lage gehören eigentlich die Coordinaten: λ, $F\lambda_0/3$, $F\lambda_0/3$ an.

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
18. Trigonal-bipyramidale Symm. $(y = n^{\chi}b,\ y_0 = \overset{3}{b}_{\nu},\ y_1 = \overset{3}{b}_{\nu+1})$.			1
43) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	keine	keine	
19. Trigonal-trapezoëdrische Symm. $(y = n^{h}b,\ y = \overset{3}{b}_{\nu},\ y = \overset{3}{b}_{\nu+n}h)$.			
44) $\lambda,\ F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3$	keine	70) u. 71) $\pm\nu\lambda/3,\ F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3$	
45) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$		72) u. 73) $\pm\nu\lambda/3,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	7
46) $F\lambda/3,\ (F+G)\lambda_0/3,\ G\lambda_0/3$			
20. Ditrigonal-bipyramidale Symm. $(y = n^{h+\chi}b,\ y_0 = \overset{3}{b}_{\nu},\ y_1 = \overset{3}{b}_{\nu+n}h)$.			
47) $\lambda,\ F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3,$	42) $\chi\lambda/2,\ F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3$	keine	4
48) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	43) $\chi\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$		
21. Hexagonal-bipyramidale Symm. $(y = b,\ y_0 = \overset{6}{b}_{\nu},\ y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+1})$.			
49) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	keine	74) u. 75) $\pm\nu\lambda/6,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		76) u. 77) $\pm\nu\lambda/3,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		78) $\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	6
22. Dihexagonal-pyramidale Symm. $(y = b,\ y_0 = \overset{6}{b}_{\nu},\ y_1 = \overset{6}{b}_{\nu}+n\varphi)$.			
50) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	44) $\varphi\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	79) $\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		80) $(\nu+\varphi)\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	4
23. Rhomboëdrische Symm. $(y = n^{\pi}b,\ y_0 = \overset{6}{b}_{\pi},\ y_1 = \overset{6}{b}_{\pi+1})$.			
51) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	keine	keine	2
52) $F\lambda/2,\ F\lambda_0/2,\ F\lambda_0/2$			
24. Hexagonal-bipyramidale Symm. $(y = n^{\chi}b,\ y_0 = \overset{6}{b}_{\nu},\ y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+1})$.			
53) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	keine	81) $\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	2
25. Hexagonal-trapezoëdrische Symm. $(y = n^{h}b,\ y_0 = \overset{6}{b}_{\nu},\ y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+n}h)$.			
54) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	keine	82) u. 83) $\pm\nu\lambda/6,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		84) u. 85) $\pm\nu\lambda/3,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		86) $\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	6
26. Hexagonal-skalenoëdrische Symm. $(y = n^{h}b,\ y_0 = \overset{6}{b}_{\delta},\ y_1 = \overset{6}{b}_{\delta+n}\delta+h)$.			
55) $\lambda,\ F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3$	45) $\delta\lambda/2,\ F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3$	keine	
56) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	46) $\delta\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$		
57) $F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3$	47) $F\lambda/3+\delta\lambda/2,\ F\lambda_0/3,\ F\lambda_0/3$		6
27. Dihexagonal-bipyramidale Symm. $(y = n^{h+\chi}b,\ y_0 = \overset{6}{b}_{\nu},\ y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+n}h)$.			
58) $\lambda,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	48) $\chi\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	87) $\nu\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
		88) $(\nu+\chi)\lambda/2,\ \lambda_0,\ \lambda_0$	4
21	10	21	52

Symmorphe Syst.:	Hemisymmorphe Syst.:	Asymmorphe Syst.:	Zusamm.:
Tesserales System.			
28. Tetartoëdrische Symm. $(x_0 = h^h \overset{3}{a}_0,\ x_1 = n^\nu \overset{3}{a}_{0+1},\ x_2 = n^{h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2})$.			
59) $\lambda, \lambda, \lambda$	keine	89) $(h+\nu)\lambda/2,\ h\lambda/2,\ h\lambda/2$	
60) $F\lambda/2,\ F\lambda/2,\ F\lambda/2$		90) $(F+h+\nu)\lambda/2,\ (F+h)\lambda/2$ $(F+\nu)\lambda/2$	
61) $F\lambda/2,\ (F+G)\lambda/2,\ G\lambda/2$			5
29. Dodekaëdrische Symm. $(x_0 = n^{h+\chi} \overset{3}{a}_0,\ x_1 = n^\nu \overset{3}{a}_{0+1},\ x_2 = n^{h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2})$.			
62) $\lambda, \lambda, \lambda$	49) $\chi\lambda/2,\ \chi\lambda/2,\ \chi\lambda/2$	91) $(h+\nu)\lambda/2,\ (h+\chi)\lambda/2,\ \nu\lambda/2$	
63) $F\lambda/2,\ F\lambda/2,\ F\lambda/2$		92) $(F+h+\nu)\lambda/2,\ (F+h+\chi)\lambda/2,$ $(F+\nu)\lambda/2$	
64) $F\lambda/2, (F+G)\lambda/2, G\lambda/2$	50) $(F+\chi)\lambda/2,\ (F+G)\lambda/2,\ G\lambda/2$		7
30. Tetraëdrische Symm. $(x_0 = n^h \overset{3}{a}_0,\ x_1 = n^\nu \overset{3}{a}_{0+n}\delta,\ x_2 = n^{h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2n}\delta)$.			
65) $\lambda, \lambda, \lambda$	51) $\delta\lambda/2,\ \delta\lambda/2,\ \delta\lambda/2$	93*) $(F+h+\nu)\lambda/2+\delta\lambda/4,$	
66) $F\lambda/2,\ F\lambda/2,\ F\lambda/2$		$(F+h)\lambda/2+\delta\lambda/4,$	
67) $F\lambda/2, (F+G)\lambda/2, G\lambda/2$	52) $(F+\delta)\lambda/2,\ (F+G)\lambda/2,\ G\lambda/2$	$(F+\nu)\lambda/2+\delta\lambda/4$	6
31. Gyroëdr. Symm. $(x_0 = n^{h+d} \overset{3}{a}_0,\ x_1 = n^{\nu+d} \overset{3}{a}_{0+n}d,\ x_2 = n^{d+h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2n}d)$.			
68) $\lambda, \lambda, \lambda$	keine	94**) $(2\nu-d)\lambda/4,\ (2\nu+2h-d)\lambda/4,\ (2h-d)\lambda/4$	
69) $F\lambda/2,\ F\lambda/2,\ F\lambda/2$		95) $(2\nu+2h-d)\lambda/4,\ (2h-d)\lambda/4,\ (2\nu-d)\lambda/4$	
70) $F\lambda/2,\ (F+G)\lambda/2,\ G\lambda/2$		96) $(2F+2h-d)\lambda/4, (2F-d)\lambda/4, (2F+2\nu-d)\lambda/4$	
		97) $(2F-d)\lambda/4,\ (2F+2G-d)\lambda/4,\ (2G-d)\lambda/4$	
		98) $d\lambda/2,\ d\lambda/2,\ d\lambda/2$	8
32. Oktaëdr. Symm. $(x_0 = n^{h+d+\chi} \overset{3}{a}_0,\ x_1 = n^{d+\nu} \overset{3}{a}_{0+n}d,\ x_2 = n^{d+h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2n}d)$.			
71) $\lambda, \lambda, \lambda,$	53) $\chi\lambda/2,\ \chi\lambda/2,\ \chi\lambda/2$	99) $(2F+2h-d)\lambda/4,\ (2F+2\chi-d)\lambda/4,$ $(2F+2\nu-d)\lambda/4$	
72) $F\lambda/2,\ F\lambda/2,\ F\lambda/2$		100) $(2F-d+\chi)\lambda/4,\ (2F+2G-d+\chi)\lambda/4,$ $(2G-d+\chi)\lambda/4$	
73) $F\lambda/2,\ (F+G)\lambda/2,$ $G\lambda/2$	54) $(F+\chi)\lambda/2,$ $(F+G)\lambda/2,\ G\lambda/2$	101) $(2F-d-\chi)\lambda/4,\ (2F+2G-d+\chi)\lambda/4,$ $(2G-d+\chi)\lambda/4$	
		102) $d\lambda/2,\ d\lambda/2,\ d\lambda/2$	
		103) $(d+\chi)\lambda/2,\ (d+\chi)\lambda/2,\ (d+\chi)\lambda/2$	10
15	6	15	36

Aus der beigegebenen Tabelle ersieht man unmittelbar, wenn man der Bedeutung der einzelnen Parameter Rechnung trägt, die räumliche Lage der primitiven Symmetrie-Elemente der vollständigen Combination. Ohne

*) Früher 103a).

**) Früher 93a), 95a) früher 94a) u. s. w. bis 103a) früher 102a).

Bezugnahme auf die Stellung jedes Parameters in den Gleichungen, welche ganz bestimmt und eindeutig seine Bedeutung als eines Symmetrie-Elementes angiebt, zeigt schon der einem solchen angehörende Buchstabe seine Lage in genügender Weise, weil nach den oben angenommenen Bedingungen einem jeden ein Element von ganz bestimmter räumlicher Lage entspricht.

Man sieht ebenfalls aus jeder Gleichung unmittelbar, ob dieselbe ein symmorphes, hemisymmorphes oder asymmorphes System ausdrückt. In dem ersten Falle kommen in den Gleichungen weder (kleine) lateinische, noch griechische Parameter (Buchstaben) in den Schiebungsgliedern vor, in dem zweiten nur griechische, in dem dritten sind unbedingt auch lateinische Glieder vorhanden*).

Um die Lage jedes anderen Symmetrie-Elementes aus der Gleichung zu ermitteln, muss man in Betracht ziehen, von welchen primitiven Elementen es als resultirendes bestimmt wird. Um darin die Leser etwas zu orientiren, wollen wir einige Beispiele näher betrachten.

Als eines der einfachsten Beispiele nehmen wir die rhombosphenoëdrische Symmetrieart. Die primitiven Symmetrie-Elemente sind hier die verticale Axe ν und die horizontale Axe h. Das resultirende Element ist die andere horizontale Axe, welche der Coordinatenaxe ν parallel ist.

Nun ist einleuchtend, dass in allen symmorphen Systemen 9s) — 12s) diese Axe sich mit den beiden anderen in dem Coordinatencentrum schneidet (was übrigens aus der Definition der symmorphen Systeme direct folgt).

In dem Systeme 4a) trifft man nur den Parameter ν in Schiebungsgliedern und dabei nur in der ersten Gleichung. Dies soll aussagen, dass das resultirende Element jetzt Symmetrieaxe ist, welche aber nicht durch das Coordinatencentrum hindurchgeht, sondern von ihm um $\lambda/4$ absteht und zwar in der Ebene $y\nu$ liegt. Dasselbe gilt natürlich auch für 5a) und 6a).

Aus der Gleichung 7a) ersehen wir unmittelbar, dass dieses Element durch eine Schraubenaxe mit der Längsschiebung $\lambda_1/2$ repräsentirt ist, und

*) Da man mit der Transformation des Coordinatensystems auch neue Parametergrössen einführen könnte, so sind die Gleichungen genauer zu charakterisiren 1) als solche, welche unter zweckmässig gestellten Coordinatenaxen weder lateinische, noch griechische Parameter unter den Schiebungsgliedern enthalten: diese Gleichungen gehören den symmorphen Systemen an; 2) solche, welche unbedingt nothwendig griechische Parameter, aber bei zweckmässig aufgestellten Coordinatenaxen keine lateinischen enthalten: diese Gleichungen drücken die hemisymmorphen Systeme aus; endlich 3) solche, welche unbedingt nothwendig lateinische Parameter enthalten: das sind die Gleichungen der asymmorphen Systeme. Merkwürdigerweise hat bis jetzt keiner der diese Lehre behandelnden Gelehrten dieser Gliederung, welche nicht nur rein mathematisch, sondern, wie man aus dem Weiteren ersieht (und früher angedeutet wurde), in structurtheoretischer Hinsicht von höchster Wichtigkeit ist, genügende Beachtung geschenkt.

sich in der Ebene $z\nu$ befindet, aber nicht mit der Coordinatenaxe zusammenfällt, sondern von ihr um $\lambda_0/4$ absteht.

Aus der Gleichung 8a) ersehen wir, dass dasselbe Element wieder eine Schraubenaxe ist mit der Längsschiebung $\lambda_1/2$, dass sie sich in der Ebene $y\nu$ befindet und von der Axe ν die Entfernung $\lambda/4$ besitzt.

Das complicirteste Beispiel der gyroëdrischen Symmetrieart wird im Anhange näher betrachtet.

Zum Schlusse möchte ich noch einige Bemerkungen über die neueste Abhandlung von Barlow*) hinzufügen und die von ihm gewonnenen Resultate mit meinen früheren zusammenstellen.

Leider hat Herr Barlow selbst diese Zusammenstellung nicht ausgeführt, was übrigens sehr leicht gewesen wäre, besonders wenn er sich der aufgestellten Gleichungen der Systeme zu diesem Zwecke bedient hätte. Er parallelisirt seine Resultate nur mit den Jordan-Sohncke'schen einfachen Systemen.

Er geht von den letzten Systemen aus, aber selbst diese will er anfangs auf zehn »Fundamentalsysteme« reduciren. Diese Reduction leidet aber an einer gewissen Willkür. Es ist Gruppentheoretikern gut bekannt, dass eigentlich ein einziges »Fundamentalsystem« (in Barlow's Sinne) existirt und zwar das System 1s), weil dieses und dieses allein als Untergruppe in sämmtlichen anderen Systemen als Gruppe theilnimmt. Natürlich tritt dieses System in verschiedenen anderen in mehr oder minder specieller Form auf.

Die von ihm angenommene Eintheilung der regelmässigen Systeme in sieben Gruppen halte ich für nicht annehmbar. Ich habe schon mehrfach darauf hingewiesen**), dass, dem Principe der Symmetrie folgend, man vier solche Gruppen resp. Systeme zu unterscheiden hat, und zwar ausser dem tesseralen Systeme noch das digonale, tetragonale und hexagonale. Dem Principe der Syngonie***) folgend ist aber das digonale System noch in drei Subsysteme — rhombisches, monoklines und triklines — zu theilen, welche schon längst und fast einstimmig von den Krystallographen angenommen sind.

Seine Meinung, dass »das Problem der Eintheilung einer homogenen Structur in gleiche Raumeinheiten offenbar ein unbestimmtes ist«, gilt nur für Stereoëder (welche er auch im Auge hat) und nicht für Paralleloëder. Von grundlegender theoretischer Bedeutung sind aber gerade Paralleloëder; den Stereoëdern (wie man aus dem folgenden Capitel ersieht) kommt keine besondere Bedeutung zu.

---

*) Diese Zeitschr. **28**, 1—63.

**) Elemente der Gestaltenlehre, kurzer Leitfaden der Krystallographie u. and.

***) Im Sinne von Herrn C. Soret; s. diese Zeitschr. **28**, 107.

Unbegreiflicher Weise giebt Herr Barlow, der mehr als eine vollständige Ableitung der regelmässigen Systeme vor sich hatte, eine nicht ganz vollständige Aufzählung dieser Systeme. In seiner Ableitung feht z. B. das System 16h) (Schönflies' $\mathfrak{C}^{19}_{2,v}$). Hätten wir, Schönflies und ich, ein überflüssiges System aufgestellt, so wäre es nicht schwer gewesen, darauf hinzuweisen. Mir scheint es, dass die in der Tafel gegebene Zeichnung schon genügt, zu zeigen, dass dieses System wirklich existirt, d. h. ein regelmässiges ist und sich von allen übrigen unterscheidet.

Die Symmetrie-Elemente der Systeme sind von Herrn Barlow sehr unvollständig angegeben, und es scheint mir sogar seine Eintheilung der Systeme in drei Gruppen unhaltbar. Er unterscheidet nämlich 1) die doppelten Systeme mit Symmetriecentren, 2) die mit Symmetrieebenen aber ohne Symmetriecentren, und 3) diejenigen, welche weder Symmetrieebenen noch Symmetriecentren besitzen.

In erster Linie muss darauf hingewiesen werden, dass das Symmetriecentrum (im Sinne Barlow's) kein besonderes Symmetrie-Element ist*); es entspricht einem speciellen und zwar dem einfachsten Falle der zusammengesetzten Symmetrie, demjenigen der zweizähligen Axe. Da aber überhaupt von der zusammengesetzten Symmetrie bewiesen wird, dass das Hinzufügen eines beliebigen anderen Symmetrie-Elementes (d. h. einer Symmetrieebene oder einer nicht mit der Axe der zusammengesetzten Symmetrie zusammenfallenden Symmetrieaxe) zu einer Symmetrieart führt, welche durch Symmetrieaxen und Symmetrieebenen allein bestimmt werden kann, so sieht man zunächst, dass die dritte Abtheilung Barlow's nicht zweckmässig ist; es genügt von Systemen zu sprechen, welche keine Symmetrie- resp. Gleitebenen besitzen. Allerdings wird dann die Anzahl der hierzu gehörenden Systeme etwas grösser; in die Aufzählung kommen dann die zu den Symmetriearten 2), 11) und 23) gehörenden Systeme (deren Anzahl fünf ist).

Schliessen wir diese Systeme aus, so besitzen alle übrigen Systeme nothwendig Symmetrie- resp. Gleitebenen, was aber aus der Barlow'schen Darstellung nicht ersichtlich ist. Wünscht man aber sämmtliche Systeme aufzufinden, welche Inversionscentra besitzen, so lässt sich dies ohne Eintheilung nach den allgemeinen Principien sehr leicht ausführen. Solche Centra existiren 1) in den Fällen der zweizähligen und sechszähligen Axe der zusammengesetzten Symmetrie**), und 2) in allen Fällen, in welchen eine paarflächige Deckaxe (gleichgültig, ob Schrauben- oder Symmetrieaxe) und eine zu ihr senkrechte Ebene der directen Symmetrie***) vorhanden sind.

*) Symm. d. endl. Figuren S. 13. Diese Zeitschr. **20**, 28, auch **21**, 586.

**) Das Inversionscentrum ist nämlich der Schnittpunkt dieser Axe und Ebene.

***) Unter Ebene der directen Symmetrie (in russischer Sprache симметричности)

Um die Lage der Inversionscentra genau bestimmen zu können, mögen folgende Sätze genügen. Wegen ihrer Einfachheit gebe ich sie ohne Beweis an:

1) Ist ein Inversionscentrum vorhanden und eine beliebige Deckschiebung l, so ist auch ein resultirendes Inversionscentrum vorhanden, welches in der gegebenen Richtung und in dem Abstande $l/2$ von dem ersteren entfernt ist.

Oder umgekehrt: Sind in einem Punktsysteme zwei nächste, den Abstand $l/2$ besitzende Inversionscentra vorhanden, so ist die Richtung der durch beide Centra hindurchgehenden Geraden die der Deckschiebung l.

2) Ist ein Inversionscentrum und eine durch dasselbe gehende Symmetrieebene vorhanden, so existirt auch eine zweizählige Symmetrieaxe, welche durch das Centrum geht und zur Ebene senkrecht ist.

Ebenso umgekehrt: Der Schnittpunkt einer Symmetrieebene und einer zu ihr senkrechten zweizähligen Symmetrieaxe ist Inversionscentrum.

3) Ist ein Inversionscentrum vorhanden, und eine Symmetrieebene in dem Abstande l von demselben, so existirt eine zweizählige Schraubenaxe mit der Längsschiebung $2l$, welche durch das Centrum geht und zur Symmetrieebene senkrecht steht.

Auch umgekehrt: Ist eine zweizählige zu einer Symmetrieebene senkrechte Schraubenaxe mit der Längsschiebung $2l$ vorhanden, so existirt ein in dieser Axe befindliches Inversionscentrum in dem Abstande l von dieser Ebene.

4) Ist ein Inversionscentrum in einer Gleitebene vorhanden, deren Gleitgrösse $2l$ beträgt, so existirt eine zu dieser Ebene senkrechte zweizählige Symmetrieaxe, welche durch einen Punkt geht, der von dem Centrum in der Richtung der Gleitschiebung sich im Abstande l befindet.

Auch umgekehrt: Ist eine zweizählige zu einer Gleitebene senkrechte Symmetrieaxe vorhanden, und ist die Gleitgrösse $2l$, so existirt auch ein Inversionscentrum, welches in der Richtung der Gleitung von dem Schnittpunkte der Symmetrieaxe und Gleitebene um den Abstand l entfernt ist.

5) Ist ein Inversionscentrum und eine Gleitebene mit der Gleitgrösse $2l$ vorhanden, welche von dem Centrum den Abstand h hat, so existirt eine zur Ebene senkrechte zweizählige Schraubenaxe mit der Längsschiebung $2h$, welche von diesem Centrum in der Gleitrichtung um die Grösse l absteht.

Auch umgekehrt: Ist eine zweizählige Schraubenaxe mit der Längsschiebung $2h$ und eine zu ihr senkrechte Gleitebene vorhanden, deren Gleitgrösse $2l$ beträgt, so existirt auch ein Inversionscentrum, welches von der Ebene um h und von der Axe um l entfernt ist, und in einer und derselben

---

verstehe ich Symmetrie- resp. Gleitebene ohne Unterschied. Wäre es nicht angemessen, auch in der deutschen Sprache den Begriff durch ein einziges Wort, etwa »Symmetralebene«, auszudrücken?

Ebene mit der Schraubenaxe liegt, welche auch die Gleitrichtung in sich enthält.

Mit Hülfe dieser Sätze ist es jetzt leicht, aus der Zeichnung die Lagen der Inversionscentra direct aufzufinden, und auf diese Weise die gezeichneten Systeme mit denen Barlow's Systemen zu vergleichen resp. zu identificiren.

Was die Identification der Systeme seiner zweiten Gruppe betrifft, so ist dies viel schwieriger auszuführen infolge der Unvollständigkeit und theilweisen Ungenauigkeit seiner Angaben *).

Tabellarische Zusammenstellung der hier angegebenen Punktsysteme mit denen von Barlow.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
I. Digonales System.					
a. Triklines Subsystem.					
1. Hemipinakoidale Symm.					
1	65	—	—	—	—
2. Pinakoidale Symm.					
2	$65a_1$	—	—	—	—
b. Monoklines Subsystem.					
3. Hemiprismatisch axiale Symm.					
3	63	—	—	1	62
4	64				
4. Hemiprismatisch axenlose Symm.					
5	$65B_1$	1	$65B_2$	—	—
6	$65B_3$	2	$65B_4$		
5. Rhomboprismatische Symm.					
7	$63a_1$	3	$63a_2$	2	$62a_1$
8	$64a_1$	4	$64a_2$	3	$62a_2$
c. Rhombisches Subsystem.					
6. Sphenoëdrische Symm.					
9	56			4	53
10	59	—	—	5	57
11	60			6	58
12	61			7	55
				8	54
7. Rhombopyramidale Symm.					
13	$56B_1$	5	$56B_2$	9	$53B_1$
		6	$56B_3$	10	$53B_2$
		7	$56B_4$	11	$53B_3$
		8	$56B_6$	12	$53B_4$
		9	$56B_5$	13	$57B_1$
14	$59B_1$	10	$59B_2$		
15	$59B_3$	11	$59B_4$		
		12	$59B_5$		
		13	$59B_6$		
16	$58B_1$	14	$58B_3$		
		15	$58B_2$		
17	$61B_1$	16	?		
8. Rhombobipyramidale Symm.					
18	$56a_1$	17	$56a_2$	14	$53a_1$
		18	$56a_4$	15	$53a_2$
		19	$56a_3$	16	$53a_3$
19	$59a_1$	20	$59a_2$	17	$53a_4$
		21	$59a_3$	18	$57a_1$
		22	$59a_4$	19	$57a_2$
20	$60a_1$	23	$60a_2$	20	$58a_1$
21	$61a_1$	24	$61a_2$	21	$58a_2$
				22	$55a_3$
				23	$55a_2$
				24	$55a_1$

*) Z. B. fehlen in den Systemen $29b_2$ (36a) und $38b_2$ (28h) die Symmetrieebenen nicht, wie man direct aus den Zeichnungen der Systeme sieht.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
				25	$55a_4$
				26	$55a_5$
				27	$55a_6$
				28	$54a_2$
				29	$54a_1$

II. Tetragonales System.

9. Tetragonal-pyramidale Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
22	34			30 u. 31	26 u. 27
23	38	—	—	32	28
				33	29

10. Ditetragonal-pyramidale Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
24	$34b_1$	25	$34b_2$	34	$28b_1$
		26	$34b_3$	35	$28b_2$
		27	$34b_4$	36	$29b_2$
25	$38b_1$	28	$38b_2$	37	$29b_1$
				38	$29b_3$
				39	$29b_4$

11. Tetragonal-sphenoëdr. Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
26	63c	—	—	—	—
27	64c				

12. Tetragonal-bipyramidale Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
28	$34a_1$	29	$34a_2$	40	$28a_1$
29	$38a_1$			41	$29a_1$
				42	$29a_2$

13. Tetragonal-trapezoëdr. Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
30	39			43	40
31	41	—	—	44 u. 45	30 u. 31
				46	35
				47	36
				48 u. 49	32 u. 33
				50	37

14. Tetragonal-skalenoëdr. Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
32	$56\beta_1$	30	$56\beta_2$	51	?
33	$59\beta_1$	31	$59\beta_2$	52	?
		32	$59\beta_3$	53	?
		33	$59\beta_4$		
34	$60\beta_1$				
35	$61\beta_1$	34	$61\beta_2$		

15. Ditetragonal-bipyramid. Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
36	$39a_1$	35	$39a_2$	54	$40a_1$
		36	$39a_4$	55	$40a_4$
		37	$39a_3$	56	$40a_2$
37	$41a_1$	38	$41a_2$	57	$40a_3$
				58	$35a_1$
				59	$35a_2$
				60	$36a_1$
				61	$36a_2$
				62	$36a_3$
				63	$36a_4$
				64	$37a_1$
				65	$37a_2$
				66	$37a_3$
				67	$37a_4$

III. Hexagonales System.

16. Trigonal-pyramidale Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
38	48	—	—	68 u. 69	42 u. 43
39	51				

17. Ditrigonal-pyramidale Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
40	$48b_1$	39	$48b_2$		
41	$48b_3$	40	$48b_4$	—	—
42	$51b_1$	41	$51b_2$		

18. Trigonal-bipyramidale Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
43	$48b_5$	—	—	—	—

19. Trigonal-trapezoëdrische Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
44	50			70 u. 71	46 u. 47
45	49	—	—	72 u. 73	44 u. 45
46	52				

20. Ditrigonal-bipyramidale Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
47	$50b_1$	42	$50b_2$	—	—
48	$49b_1$	43	$49b_2$		

21. Hexagonal-pyramidale Symm.

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
49	23	—	—	74 u. 75	14 u. 15
				76 u. 77	16 u. 17
				78	20

Symm. S. Fed.:	Symm. S. Barl.:	Hemisymm. S. Fed.:	Hemisymm. S. Barl.:	Asymm. S. Fed.:	Asymm. S. Barl.:
22. Dihexagonal-pyramidale Symm.					
50	$23b_1$	44	$23b_2$	79	$20b_2$
				80	$20b_1$
23. Rhomboëdrische Symm.					
51	$18a_1$	—	—	—	—
52	$51a_1$				
24. Hexagonal-bipyramidale Symm.					
53	$23a_1$	—	—	81	$20a_1$
25. Hexagonal-trapezoëdr. Symm.					
54	25	—	—	82 u. 83	18 u. 19
				84 u. 85	21 u. 22
				86	24
26. Hexagonal-skalenoëdr. Symm.					
55	$50a_1$	45	$50a_2$		
56	$49a_1$	46	$49a_2$	—	—
57	$52a_1$	47	$52a_2$		
27. Dihexagonal-bipyramid. Symm.					
58	$25a_1$	48	$25a_2$	87	$24a_2$
				88	$24a_1$
IV. Tesserales System.					
28. Tetartoëdrische Symm.					
59	7			89	1
60	10	—	—	90	2
61	6				
29. Dodekaëdrische Symm.					
62	$7a_1$	49	$7a_2$	91	$1a_1$
63	$10a_1$			92	$2a_1$
64	$6a_1$	50	$6a_2$		
30. Tetraëdrische Symm.					
65	$7b_1$	51	$7b_2$	93	$2b_1$
66	$10b_1$				
67	$6b_1$	52	$6b_2$		
31. Gyroëdrische Symm.					
68	12			94 u. 95	3 u. 4
69	13	—	—	96	5
70	8			97	9
				98	11
32. Oktaëdrische Symm.					
71	$12a_1$	53	$12a_2$	99	$5a_1$
72	$13a_1$			100	$9a_1$ *)
73	$8a_1$	54	$8a_2$	101	$9a_2$
				102	$11a_1$
				103	$11a_2$

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass in der Ableitung Barlow's die Systeme 16h, 51a, 52a und 53a fehlen.

Ausserdem hat derselbe Gelehrte auch nicht existirende Systeme in seine Aufzählung aufgenommen, und zwar ist $60\beta_2$ mit $60\beta_1$ identisch, und die Systeme $56\beta_3$ und $56\beta_4$ sind unmöglich.

Anmerkung zu S. 222 über die Rationalität der dreizähligen Symmetrieaxe.

So einfach auch diese Frage erscheint, so ist doch merkwürdigerweise die Discussion über dieselbe nicht abgeschlossen; in letzter Zeit erschien eine hierzu gehörende Notiz von Vic. de Souza-Brandão**).

*) Wäre Barlow's Angabe über die Lage des Inversionscentrum richtig, so müssten auch die den Würfelflächen parallele Symmetrieebenen vorhanden sein, was aber nicht möglich ist, weil das System dieser Ebene senkrechte rechte und linke vierzählige Schraubenaxen enthält.

**) Ich habe die Kenntniss erhalten, dass in der letzten Nummer des N. Jahrb. f. Mineralogie etc. wieder eine hierauf bezügliche Notiz von Herrn Hecht erschienen ist, aber leider ist sie für mich gegenwärtig unzugänglich.

Obgleich dieser Gelehrte in der Discussion meinen Standpunkt vertheidigt und die Richtigkeit des von mir aufgestellten Satzes anerkennt, so ist ihm doch der richtige Sinn meiner hierzu gehörenden Formel entgangen. Er glaubt (diese Zeitschr. **23**, 252), dass diese Formel:

$$\cos^3(rx_1) : \cos^3(rx_2) : \cos^3(rx_3) = c_1 : c_2 : c_3 \qquad (4\,a)$$

(welche er unnützer Weise in etwas complicirterer Form angiebt) gerade für den Fall der dreizähligen Symmetrieaxe ihre Beweiskraft verliert, weil für diesen Fall zwei Kanten o und r, welche zusammen mit den Axen x_1, x_2, x_3 als die den Complex bestimmenden Kanten ausgewählt worden sind, zusammenfallen. Er irrt sich in der Interpretation dieser Formel*).

Zur Ableitung derselben waren von vornherein vier Kanten o, x_1, x_2 und x_3) als den Complex bestimmende vorausgesetzt; dann wurde die Bedingung aufgesucht, durch welche die Zugehörigkeit einer beliebigen anderen Kante r zu demselben Complexe ausgedrückt werden kann, wenn man dabei die Existenz einer dreizähligen Symmetrieaxe annimmt, und nun hat die Analyse zu Formel (4a) als der gesuchten Bedingung geführt. So ist diese Kante nothwendiger Weise eine mögliche Kante, wenn die Bedingung (4a) erfüllt ist, d. h. wenn die Kuben der Cosinusse der von dieser Kante mit den Normalen X_1, X_2, X_3 (resp. zu den Flächen x_2x_3, x_3x_1, x_1x_2) gebildeten Winkel sich rational verhalten. Die Formel zeigt uns, dass dabei die Lage dieser Kante keine Rolle spielt; nur muss die Bedingung (4a) erfüllt werden. Einem, der den Gang der Analyse nicht verfolgt hat, kann scheinen, dass in dieser Formel nur drei Grössen (und nicht vier) den Complex bestimmen; dem ist aber nicht so: der Complex von vier Kanten ist schon von Anfang an vorausgesetzt worden (und in diesem Complex ist die Kante o eine beliebige und nicht als eine bestimmte, etwa Einheitskante, angenommen), und diese Voraussetzung liegt der Analyse zu Grunde. Das Resultat beweist nur, dass in dem Falle der dreizähligen Symmetrieaxe der Complex schon durch die Axen x_0, x_1, x_2 vollständig bestimmt ist, d. h. nur ein einziger Complex existirt, und zwar derjenige, welchem auch die Symmetrieaxe angehört.

An anderer Stelle derselben Notiz (S. 254) finden wir folgende Behauptung: »Der Satz von F e d o r o w ist richtig; letzterer ist aber nicht weit genug mit seinem Beweise gegangen, und da er nicht nach den Axeneinheiten suchte, so hat er nichts bewiesen.«

Ich brauche hier nicht zu beweisen, dass in der Krystallographie über-

*) Um seinen Irrthum über jeden Zweifel zu stellen, beachte man nur, dass ausser der dreizähligen Axe selbst, diese Formel einen ganzen Krystallcomplex ergiebt, und zwar einen e i n z i g e n; für sämmtliche Kanten dieses Complexes anerkennt Herr Br. selbst die Richtigkeit der Formel; damit sie aber auch für die Symmetrieaxe selbst richtig wäre, genügen vier je einer Ebene nicht parallele Kanten. Er irrt sich noch, wenn er meint, dass o in meiner Ableitung eine »Einheitskante« bedeute; die durch o bezeichnete ist eine ganz beliebige Kante des Krystallcomplexes.

haupt Alles ohne Gebrauch der Axeneinheiten bewiesen werden kann; dies ist sonst, glaube ich, ziemlich allgemein bekannt, aber ich hebe sogleich hervor, dass ich in allen meinen Werken ebenso wie bei den Beobachtungen und dazu gehörenden Rechnungen immer den Gebrauch der Axeneinheiten verwerfe, als ein Constructionsmittel, welches seiner Zeit sehr nützlich war, aber jetzt nur der Einfachheit schadet, welche durch die neueste Forschung in der Krystallographie mehr und mehr eingeführt wird.

Was aber speciell die jetzt gestellte Frage der rationalen dreizähligen Axe betrifft, so hat gerade der Gebrauch der Axeneinheiten A. Gadolin zu einem falschen Schlusse geführt; er wäre dazu nicht gekommen, hätte er sich direct der trigonometrischen Functionen in seinen Auseinandersetzungen bedient*).

Ausserdem erlaube ich mir hervorzuheben, dass ich nicht den eben erwähnten Beweis (welchen ich allerdings für definitiv halte) als den Hauptbeweis des Satzes betrachte, weil er nicht auf dem wahren Grundgesetze der Krystallographie (welches bis jetzt speciell als Grundgesetz der physikalischen Krystallographie galt) seinen Grund findet, sondern nur auf einer Theilform dieses Gesetzes, welches als Grundgesetz der geometrischen Krystallographie galt. Der Beweis lässt sich aber noch einfacher, eleganter und nicht weniger sicher aus dem wahren Grundgesetze der Krystallographie erbringen, wie dies von mir früher gezeigt wurde (diese Zeitschr. **23**, 109 ff.).

Nun aber finden wir in derselben Notiz (ebenda S. 255) die Behauptung, dass das, was ich für das wahre Grundgesetz der Krystallographie halte und was bis jetzt als Grundgesetz der physikalischen Krystallographie galt, nichts weiter als eine Hypothese sei, welche angeblich mit der atomistischen Vorstellung in Verbindung steht. Hier findet eine Verwechselung statt. Ich meine das Gesetz der gleichen physikalischen Eigenschaften in parallelen Richtungen und Herr Souza-Brandão schreibt mir die atomistische Vorstellung als Grundlegendes in diesem Gesetze zu. Ich mache nur darauf aufmerksam, dass das Wesen dieses Gesetzes gerade in paralleler Lagerung der Theilchen besteht, und dass insofern diese Bedingung in einem Krystalle nicht erfüllt ist, insofern auch das Grundgesetz der Krystallographie für denselben seine Gültigkeit verliert. Herr Souza-Brandão wendet ein, dass das Gesetz der Rationalität der Indices das höchste Gesetz sein soll, welches von der allgemeinen Erfahrung bedingungslos constatirt werden muss; es scheint, als ob dieser hochgeehrte Gelehrte nur wenig mikroskopische Krystallpräparate vor Augen hatte, sonst würde er wissen

*) Auch Herr Souza-Brandão würde sich nicht geirrt haben in der Interpretation der Formel (4a), wenn er sich nicht an den einseitigen Standpunkt des Gebrauches der Axeneinheiten gewöhnt hätte. Es ist ihm daher entgangen, dass sein Beweis nicht etwa ein neuer ist, sondern die Wiederholung desselben Beweises mit anderen Buchstaben und Worten, unter welchen wir unumgänglich »Axeneinheiten« finden.

müssen, dass in den meisten Fällen die Parallelität der Theilchen, somit auch die Gültigkeit des Gesetzes der Rationalität, mehr oder weniger unvollkommen ist; er hätte dann auch wohl sich vorgestellt, dass, wenn man von Parallelität der Theilchen spricht, es sich nicht um eine hypothetische Vorstellung, sondern um eine bestimmt zu beobachtende und leicht zu constatirende Thatsache handelt.

Um aber ganz klar zu zeigen, dass das Grundgesetz der Krystallographie und der damit eng verbundene Begriff der Parallelität der Theilchen mit der atomistischen Vorstellung nichts zu thun hat, verwerfe ich selbst für kurze Zeit diese Vorstellung, und nehme an, dass der Krystallstoff stetig ist (und nicht aus Molekeln besteht), selbstverständlich aber mit allen Eigenschaften eines Krystalles begabt ist.

Theilen wir diesen Krystallstoff in lauter beliebige Parallelepipeda, so folgt aus den Grundeigenschaften des Krystallstoffes, dass, welche Grösse und Orientirung diese Parallelepipeda haben mögen, sie sämmtlich in allen Eigenschaften identisch sind; sie sind so zu sagen in allen physikalischen Eigenschaften (wie auch der Form nach) deckbar.

Dies ist die Bedingung sine qua non für einen vollkommenen Krystall. Sonst wird Niemand den Stoff für einen echten und vollkommenen Krystall halten. Nun aber ist das Raumgitter schon fertig, und seine Existenz ist gerade der Ausdruck der Gültigkeit des Grundgesetzes der Krystallographie.

Besitzt der Krystallstoff keine Symmetrie, so ist die physikalische Deckung der elementaren Parallelepipeda nur in paralleler Lage möglich. Ist dagegen eine Symmetrie vorhanden, so kann physikalische Deckung der Elemente in verschiedener Orientirung stattfinden; folglich können wir den Elementarparallelepipeda nicht mehr beliebige Form zuschreiben, sondern müssen sie dem Symmetriegesetze unterordnen.

So verhält sich die Sache bei der Verwerfung der atomistischen Vorstellung. Nimmt man aber diese Vorstellung an, so entsteht in der Reihe der Auseinandersetzungen nur der Unterschied, dass dann die Elementarparallelepipeda nicht mehr von beliebiger Grösse und Orientirung angenommen werden können, und sogar nicht nur Parallelepipeda, sondern auch Paralleloëder anderer Art anzunehmen nothwendig ist.

Man ersieht aus diesen Betrachtungen, dass das, was ich als Grundgesetz der Krystallographie ansehe (und was von den Anderen als Grundgesetz der physikalischen Krystallographie angenommen wurde), nicht nur keineswegs etwa auf atomistischer Vorstellung seinen Grund findet, sondern umgekehrt die letztere beschränkt in hohem Grade die theoretische Entwickelung des ersteren.

Anhang.

Indem ich in dieser kurzen Abhandlung hauptsächlich nur mit den Resultaten mich begnügen musste, welche in dem Werke »Symmetrie der

regelmässigen Systeme der Figuren« viel ausführlicher dargelegt sind, will ich doch an einigen Beispielen mit voller Ausführlichkeit darthun, wie man die analytischen Gleichungen erhält und daraus die graphischen Zeichnungen projicirt. Ich wähle dazu den complicirtesten Fall der asymmorphen Systeme der gyroëdrischen Symmetrieart, weil alle anderen sich viel leichter abhandeln lassen.

Bei der allgemeinen Darstellung haben wir schon gezeigt, dass in diesem Falle 1) zwei Axen, etwa O und z_0, als unabhängige ausgewählt sein müssen und genügen, und 2) dass dem Satze 2) zufolge die Axen beiderlei Art in der Form der Symmetrieaxen ebenso wie in der Form der Schraubenaxen vorhanden sein müssen. Wir können uns also damit begnügen, sie als Symmetrieaxen anzunehmen. Es bleibt also für asymmorphe Systeme eine einzige Annahme zulässig, nach welcher diese beiden Axen sich nicht in einem Punkte schneiden.

Ist dem so, so wählen wir den kürzesten Abstand in der Richtung der Axe x_1 als Coordinatenaxe und wollen wir diesen Abstand durch L_1 bezeichnen; zum Coordinatencentrum nehmen wir aber den Durchschnittspunkt der Axe x_1 mit der Symmetrieaxe O.

Schieben wir zuerst das Coordinatensystem in der Richtung der Axe x_1, bis das Centrum in die Axe z_0 fällt. Ein Punkt (a_0, a_1, a_2)*) erhält jetzt die Coordinaten $(a_0, a_1 - L_1, a_2)$. Nach der erfolgten Umdrehung um die Axe z_0 nimmt derselbe Punkt die Lage $(-a_0, a_2, a_1 - L_1)$ an. Kehren wir zum ursprünglichen Coordinatencentrum zurück, so erhalten wir $(-a_0, a_2 + L_1, a_1 - L_1)$. Führen wir noch die Umdrehung um die Axe O aus, so erhalten wir endlich

$$x_0 = a_2 + L_1 \; ; \quad x_1 = a_1 - L_1 \; ; \quad x_2 = -a_0 \, . \tag{a}$$

Aus diesen Gleichungen ersehen wir, dass die Resultirende beider Drehungen eine der Axe x_1 parallele vierzählige linke Schraubenaxe ist mit der Längsschiebung L_1; sie geht aber durch das Coordinatencentrum nicht hindurch, und nun müssen wir also ihre Lage bestimmen.

Nehmen wir an, dass diese Lage durch die Coordinatengrössen l_0 und l_2 (resp. auf den Coordinatenaxen x_0 und x_2) bestimmt wird. Drehen wir jetzt um die linke vierzählige Axe x_1, so erhält der Punkt $(a_0 - l_0, a_1, a_2 - l_2)$ die Lage $(a_2 - l_2, a_1 - L, -a_0 + l_0)$, wo L die Längsschiebung bedeutet. Kehren wir zum anfänglichen Coordinatensysteme zurück, so erhalten wir schliesslich

$$x_0 = a_2 + l_0 - l_2 \; ; \quad x_1 = a_1 - L \; ; \quad x_2 = -a_0 + l_0 + l_2 \, . \tag{b}$$

Der Vergleich mit den Gleichungen (a) zeigt uns, dass

$$l_0 = L_1/2 \, , \quad l_2 = -L_1/2 \, , \quad L = L_1 \, . \tag{1}$$

*) d. h. ein Punkt, dessen Coordinaten $x_0 = a_0$, $x_1 = a_1$, $x_2 = a_2$ sind.

Somit ist die Lage der resultirenden Axe vollständig bestimmt. Daraus ersehen wir u. a., dass für die rechte Axe L_1 negativ und für die linke positiv sein muss.

Bei der Aufstellung der Gleichung müssen wir aber noch die Lagen der primitiven Axen x_0 und z_1 ermitteln, und zwar ist die erste als die resultirende der (zweizähligen) Axe x_1 und z_0, die zweite der (zweizähligen) Axe x_0 und z_0 aufzufassen.

Beginnen wir mit der Bestimmung der Axe x_0.

Verschieben wir wieder das Coordinatensystem, bis das Centrum in die Axe x_1 fällt. Ein Punkt (a_0, a_1, a_2) erhält jetzt die Coordinatengrössen $(a_0 - L_1/2, a_1, a_2 + L_1/2)$. Drehen wir um die Axe x_1 als zweizählige Schraubenaxe, so finden wir den Punkt $(-a_0 + L_1/2, a_1 + 2L_1, -a_2 - L_1/2)$; kehren wir zum anfänglichen Systeme zurück, so erhalten wir endlich $(-a_0 + L_1, a_1 + 2L_1, -a_2 - L_1)$.

Verschieben wir noch einmal das Coordinatensystem, bis das Centrum in die Axe z_0 fällt; zuerst erhalten wir den Ausdruck $(-a_0 + L_1, a_1 + L_1, -a_2 - L_1)$. Drehen wir um diese Symmetrieaxe, so erhalten wir noch $(a_0 - L_1, -a_2 - L_1, a_1 + L_1)$; kehren wir noch einmal zurück zum anfänglichen Coordinatensysteme, so erhalten wir endgültig

$$x_0 = a_0 - L_1 \,; \quad x_1 = -a_2 \,; \quad x_2 = a_1 + L_1 \,. \tag{c}$$

Nun sind wir wieder zur resultirenden vierzähligen linken Schraubenaxe x_0 gekommen, welche durch das Centrum nicht hindurchgeht.

Um die räumliche Lage dieser Axe zu ermitteln, nehmen wir an, dass sie sich durch die Coordinaten $(O d_1 d_2)$ bestimmen lässt. Verschieben wir das Coordinatensystem in der Ebene $x_1 x_2$, bis das Centrum in diese Axe fällt, so erhält ein Punkt $(a_0 a_1 a_2)$ die Coordinatengrössen $(a_0, a_1 - d_1, a_2 - d_2)$. Drehen wir jetzt um diese Axe als eine linke, so finden wir $(a_0 - L, -a_2 + d_2, a_1 - d_1)$; kehren wir aber wieder zum anfänglichen Systeme zurück, so ergiebt sich zuletzt:

$$x_0 = a_0 + L \,; \; x_1 = -a_2 + d_1 + d_2 \,; \; x_2 = a_1 - d_1 + d_2 \,. \tag{d}$$

Der Vergleich der Gleichungen (c) und (d) führt uns zu folgenden Relationen*):

$$L = L_1 \,; \quad d_1 = -L_1/2 \,; \quad d_2 = L_1/2 \,. \tag{2}$$

Wollen wir jetzt noch die Lage der Axe z_1 ermitteln, so verschieben wir zuerst das System, bis das Centrum in die Axe x_0 fällt. Der Punkt $(a_0 a_1 a_2)$ erhält die Coordinatengrössen $(a_0, a_1 + L_1/2, a_2 - L_1/2)$. Drehen wir um diese Axe als zweizählige Schraubenaxe, so finden wir den Ausdruck $(a_0 + 2L_1, -a_1 - L_1/2, -a_2 + L_1/2)$; kehren wir endlich zum anfänglichen Systeme zurück, so finden wir $(a_0 + 2L_1, -a_1 - L_1, -a_2 + L_1)$.

*) Dieses Resultat wäre auch direct zu erhalten, wenn wir die Schraubenaxe x_1 einer Umdrehung um die Symmetrieaxe O unterworfen hätten. Auf dieselbe Weise ist auch die Lage der Schraubenaxe x_2 zu bestimmen.

Verschieben wir das Coordinatensystem in der Richtung der Axe x_1, bis das Centrum in die Axe x_0 fällt; wir finden $(a_0 + 2L_1, -a_1 - 2L_1, -a_2 + L_1)$; drehen wir jetzt um diese Axe, so entsteht $(-a_0 - 2L_1, -a_2 + L_1, -a_1 - 2L_1)$. Kehren wir endlich zurück zum anfänglichen Systeme, so finden wir endgültig:

$$x_0 = -a_0 + 2L_1; \quad x_1 = -a_2 + 2L_1; \quad x_2 = -a_1 - 2L_1. \qquad \text{(e)}$$

Nun haben wir Alles gefunden, was zur Aufstellung der Gleichungen nöthig ist. Nur müssen wir in Betracht ziehen, dass L drei verschiedene Grössen erhalten kann, damit die Möglichkeit dreier Systeme nachgewiesen ist, und zwar

1) $L = L_1 = -\lambda/4$; $l_0 = -\lambda/8$; $l_2 = \lambda/8$; $d_1 = \lambda/8$; $d_2 = -\lambda/8$
2) $L = L_1 = \lambda/4$; $l_0 = \lambda/8$; $l_2 = -\lambda/8$; $d_1 = -\lambda/8$; $d_2 = \lambda/8$
3) $L = L_1 = \lambda/2$; $l_0 = \lambda/4$; $l_2 = \lambda/4$; $d_1 = \lambda/4$; $d_2 = \lambda/4$.

In dem ersten Falle findet man das System 94a):

$$x_0 = n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + (2\nu + 2d - h)\lambda/4; \quad x_1 = n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + (2h + 2d + \nu)\lambda/4;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + (2d + h - \nu)\lambda/4;$$

und in dem zweiten Falle das System 95a):

$$x_0 = n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + (2\nu + 2d + h)\lambda/4; \quad x_1 = n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + (2h + 2d - \nu)\lambda/4;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + (2d - h + \nu)\lambda/4.$$

Die beiden Gleichungen lassen sich wesentlich vereinfachen, indem man die Coordinaten transformirt, und zwar das Coordinatensystem einer solchen Schiebung unterwirft, dass das Centrum die Lage $(\lambda/4, \lambda/4, \lambda/4)$ einnimmt.

Um diese Transformation auszuführen, und damit ein Punkt (a_0, a_1, a_2) auch nach erfolgter Transformation dieselben Coordinatengrössen besitzt, muss man die Grössen (a_0, a_1, a_2) durch $(a_0 + \lambda/4, a_1 + \lambda/4, a_2 + \lambda/4)$ substituiren.

Man erhält somit für die ersten (Symmetrie-)Glieder der Gleichungen:

$$n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + n^{h+d}\lambda/4, \quad n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + n^{\nu+d}\lambda/4, \quad n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + n^{\nu+h+d}\lambda/4.$$

Infolge der Identität*):

$$n^{h+d} = 1 - 2(h+d); \quad n^{\nu+d} = 1 - 2(\nu+d); \quad n^{\nu+h+d} = 1 - 2(\nu+h+d)$$

erhält die erste Gleichung 94a) die Form

$$x_0 = n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + (2\nu + h)\lambda/4; \quad x_1 = n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + (2h - \nu)\lambda/4;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + (\nu - h)\lambda/4;$$

*) Nicht zu vergessen ist, dass die Parameter h, ν, d ausschliesslich die Bedeutung 0 oder 1 und keine andere erhalten, und dass die in den Schiebungsgliedern stehenden Coëfficienten beliebig durch das Multiplum von 4 zu vergrössern oder zu vermindern sind, so dass 4, 8 u. s. w. sämmtlich dem Werthe 0 äquivalent sind u. s. w.

und die Gleichung 95 a) die Form

$$x_0 = n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + (2\nu - h)\lambda/4\,; \quad x_1 = n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + (2h + \nu)\lambda/4\,;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + (h - \nu)\lambda/4\,.$$

Die Abwesenheit des Parameters d in den Schiebungsgliedern dieser Gleichungen beweist uns, dass jetzt die Axe z_1 (also auch z_3 und z_4) mit der Axe O sich in dem Coordinatencentrum schneidet, was der trigonal-trapezoëdrischen Symmetrie entspricht.

Aus den im nächsten Capitel zu erörternden Gründen wollen wir aber dieses System in anderer Form ausdrücken, und zwar soll das Coordinatensystem in der Richtung der Axe O um die Grössen $(\lambda/8, \lambda/8, \lambda/8)$ verschoben werden. Dann erhalten wir:

$$x_0 = n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + (2\nu - d)\lambda/4\,; \quad x_1 = n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + (2\nu + 2h - d)\lambda/4\,;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + (2h - d)\lambda/4 \qquad (94a')$$

und ebenso

$$x_0 = n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + (2\nu + 2h - d)\lambda/4\,; \quad x_1 = n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + (2h - d)\lambda/4\,;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + (2\nu - d)\lambda/4\,. \qquad (95a')$$

Hier wurde stillschweigend vorausgesetzt, dass die Richtungen der Axen x mit den zu ihnen senkrechten Ebenen conjugirt seien. Ist dies aber nicht der Fall, so sind nur zwei Voraussetzungen zulässig: 1) entweder sind mit den letzten Ebenen die Richtungen der Axen O, oder 2) die Richtungen der Axen z conjugirt. Diesen beiden Voraussetzungen entsprechend finden wir noch neue Systeme, und zwar ergiebt sich aus dem Systeme 94a) bei der ersten Voraussetzung 96a):

$$x_0 = n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + (2F + 2h - d)\lambda/4\,; \quad x_1 = n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + (2F - d)\lambda/4\,;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + (2F + 2\nu - d)\lambda/4\,.$$

Dasselbe System findet man aber aus 95a) (nur sind die Coordinaten x_1 und x_2 vertauscht); bei der zweiten Voraussetzung findet man direct 97a):

$$x_0 = n^{h+d}\overset{3}{a}_0 + (2F - d)\lambda/4\,; \quad x_1 = n^{\nu+d}\overset{3}{a}_{0+n}d + (2F + 2G - d)\lambda/4\,;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d}\overset{3}{a}_{0+2n}d + (2G - d)\lambda/4\,.$$

Die Abwesenheit der Parameter ν und h in den Schiebungsgliedern dieser Gleichungen und die Anwesenheit des Parameters d in denselben Gliedern beweist, dass jetzt im Coordinatencentrum sich sämmtliche Symmetrieaxen ausser den Axen z schneiden. Die elementaren Figuren des Systems besitzen also tetartoëdrische Symmetrie, was man übrigens sehr klar aus der Zeichnung ersieht.

Nun bleibt noch der dritte Fall ($L = \lambda/2$) übrig. Diesem Falle gehört das System 98a) an:

$$x_0 = n^{h+d^3} a_0 + h\lambda/2\,; \quad x_1 = n^{\nu+d^3} a_{0+n} d + \nu\lambda/2\,;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d^3} a_{0+2n} d + (\nu + h)\lambda/2\,.$$

Verschieben wir das Coordinatensystem in den Punkt $(\lambda/4, \lambda/4, \lambda/4)$, so vereinfachen sich ebenso diese Gleichungen, und zwar nehmen sie dann die Form an:

$$x_0 = n^{h+d^3} a_0 + d\lambda/2\,; \quad x_1 = n^{\nu+d^3} a_{0+n} d + d\lambda/2\,;$$
$$x_2 = n^{\nu+h+d^3} a_{0+2n} d + d\lambda/2\,.$$

In dieser Form (ebenso wie direct aus der Zeichnung) ist ersichtlich, dass auch hier alle Symmetrieaxen ausser den Axen z sich in dem Coordinatencentrum schneiden, also auch hier die elementaren Figuren tetartoëdrische Symmetrie haben.

Damit ist nun die hierzu gehörige Ableitung der regelmässigen Punktsysteme abgeschlossen. Besitzt man aber die Gleichung eines Systems, so ist nichts einfacher, als daraus auch graphisch die ihm angehörenden Symmetrie-Elemente darzustellen.

Inhalt.

IX. Krystallographische Untersuchung einiger Naphtalinderivate.

Von

Helge Bäckström in Stockholm.

(Mit 19 Textfiguren.)

Seit 1886 habe ich ab und zu Krystalle von Naphtalinderivaten aus dem chemischen Laboratorium der Universität Upsala zur Messung erhalten. Die Resultate der Messungen wurden zum Theil in den Abhandlungen der betreffenden Chemiker mitgetheilt, zum Theil gelangen dieselben aber hier zum ersten Male zur Veröffentlichung.

Den Herren Cleve, Mauzelius, Palmaer und Forsling, welche mir die Krystalle überlassen haben und welche gelegentlich auch bei der Wahl der darzustellenden Derivate auf meine Wünsche Rücksicht genommen haben, spreche ich für die dabei gezeigte Freundlichkeit meinen besten Dank aus.

1-2-Dichlornaphtalin*).

($C_{10}H_6Cl_2$. Schmelzpunkt 34,5°. Krystalle aus Alkohol. Dargestellt von Cleve, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1887, 445. Berichte d. d. chem. Ges. 1887, 20, 1991.)

Krystallisirt monosymmetrisch mit dem Axenverhältnisse

$$a : b : c = 1,5196 : 1 : ?; \quad \beta = 76^\circ 46'.$$

---

*) Die Stellungen der Derivate werden mit Ziffern bezeichnet in der folgenden Weise:

8 CH CH 1
7 CH CH 2
6 CH CH 3
CH 5 CH 4

Tafelförmige oder kurzprismatische Combinationen von {001} {110}.

(110).(1̄10) = 68° 7′
(110):(001) = 82 38

Die optischen Axen liegen in {010}, auf {001} tritt eine Axe etwas ausserhalb des Gesichtsfeldes im spitzen Winkel β aus.

1-2-Chlornaphtol.

($C_{10}H_6Cl(OH)$. Schmelzpunkt 70°. Dargestellt von Cleve durch Einwirkung von Cl_2 auf β-Naphtol, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1888, 98. Berichte d. d. chem. Ges. 1888, 21, 895.)

Krystallsystem: Rhombisch, sphenoidisch-hemiëdrisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,6606 : 1 : 0,3057$.

Langprismatische Combination von {110}∞P mit den beiden Pinakoiden {010}∞P̆∞ und {100}∞P̄∞ untergeordnet, an den Enden kommt das rechte Grundsphenoid $\varkappa\{111\} + \frac{P}{2}$ vor.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(11̄0) =	66° 54′	66° 54′
:(010) =	*56 33	—
:(100) =	33 25	33 27
:(111) =	*60 59	—
(111):(1̄1̄1) =	58 3	58 2

Die zuerst untersuchten Krystalle waren alle nur an einer Seite ausgebildet und ich deutete sie deshalb als monosymmetrisch, prismatisch nach der Orthoaxe, obwohl ich durch Anführung der berechneten Winkel der beiden »Orthodomen« (jetzt Pinakoide) von 89° 53′ auf die Annäherung an ein rhombisches Axenverhältniss hinwies. Da aber die Ausbildung der — ebenfalls immer einseitig ausgebildeten — isomorphen Bromverbindung eine optische Untersuchung gestattete und auch die optischen Eigenschaften für das rhombische System sprachen, wurde das Material noch einmal sorgfältig durchmustert und dabei an drei Krystallen die Beweise für sphenoidische Hemiëdrie gefunden. Ein optisches Drehungsvermögen in Lösung besitzt das darauf geprüfte Bromnaphtol jedoch nicht.

1-2-Bromnaphtol.

($C_{10}H_6Br(OH)$. Schmelzpunkt 83°. Krystalle aus Benzol und Ligroin. Dargestellt von mir durch Einwirkung von Brom auf β-Naphtol.)

Krystallisirt rhombisch und wahrscheinlich ebenfalls sphenoidisch-hemiëdrisch.

Axenverhältniss. $a : b : c = 0,6694 : 1 : 0,2954$.

Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $b = \{010\}\infty \breve{P}\infty$, $o = \varkappa\{111\} + \frac{P}{2}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	67° 40′	67° 36′ 0″
$:(010)$ =	*56 12	—
$:(111)$ =	*62 2	—
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	55 56½	55 56 0
$:(010)$ =	75 2	74 52 40

Fig. 1.

Langprismatische Krystalle, bisweilen abgeplattet nach {010} (Fig. 1). Optische Axenebene {100}; auf {010} tritt eine Bisectrix senkrecht aus.

1-2-Jodnaphtol.

($C_{10}H_6J(OH)$. Schmelzpunkt 90°. Krystalle aus Benzol und Ligroin. Dargestellt von mir in analoger Weise wie das vorige.)

Krystallsystem: Rhombisch. Auch hier wurden nur einseitig ausgebildete Krystalle angetroffen, dieselben werden jedoch mit Wahrscheinlichkeit als sphenoidisch-hemiëdrisch zu betrachten sein.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0{,}7111 : 1 : 0{,}2873$.

Beobachtete Formen: {110}, {010}, $\varkappa$ {111}.

	Gemessen:	Berechnet.
$(110):(1\bar{1}0)$ =	70° 51′	70° 50′
$:(010)$ =	*54 35	—
$:(111)$ =	*63 38	—
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	52 35½	52 44

In seiner Ausbildung den beiden vorigen ganz ähnlich.

Derivate der 1-4-Chlor- und Fluornaphtalinsulfonsäure.

Literatur. Für die Chlorsulfonsäure: Arnell, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1883, 63. Cleve, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1886, 319. Berichte d. d. chem. Ges. 1887, 20, 74.

Für die Fluorsulfonsäure: Mauzelius, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1888, 441.

Die Chloride.

($C_{10}H_6ClSO_2Cl$. Schmelzpunkt 95° und $C_{10}H_6FlSO_2Cl$, Schmelzpunkt 86°.)

Diese beiden Verbindungen krystallisiren in flächenreichen asymmetrischen Krystallen, welche einander vollständig isomorph sind. Der Unterschied in den Winkeln beträgt nur 1°—2°, in Bezug auf vorkommende Flächen, Habitus und Spaltbarkeit sind sie ganz ähnlich. Die Messungsresultate waren indessen nicht so genau, dass eine Berechnung für lohnend

erachtet wurde; gegenüber den nicht isomorphen Chloriden der 1-5-Chlor- und Fluorsulfonsäuren mag aber die vollständige Isomorphie dieser beiden Chloride erwähnt werden.

Chlornaphtalinsulfonsäureäthyläther.

($C_{10}H_6ClSO_2OC_2H_5$. Schmelzp. 104°. Krystalle aus langsam erkaltendem Alkohol.)

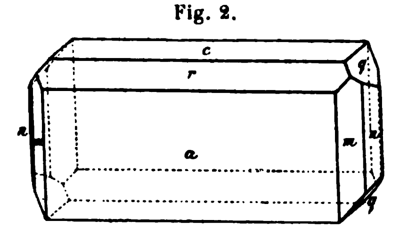
Krystallisirt monosymmetrisch mit dem Axenverhältnisse

$$a : b : c = 1,3281 : 1 : 1,1262;\ \beta = 80^\circ 59'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $n = \{120\}\infty P2$, $r = \{101\}-P\infty$, $q = \{011\}P\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001) =	*80° 59′	—
:(101) =	*44 30½	—
(001):(101) =	36 29½	36° 28½′
:(011) =	48 1½	48 2½
(011):(01̄1) =	—	83 55
(100):(110) =	52 42	52 41
:(120) =	*69 8	—
(110):(1̄10) =	(74 56)	74 38
(120):(1̄20) =	41 44	41 44
(001):(110) =	84 35	84 33
:(120) =	86 47½	86 48
(101):(110) =	64 24	64 23
:(011) =	57 26	57 28½
(011):(100) =	83 57	83 59
:(1̄10) =	58 11	58 8½
:(120) =	42 59	42 56
:(1̄20) =	48 57	48 53

Fig. 2.



Sehr schön ausgebildete Krystalle, welche gute Messungen erlaubten. Die Krystalle sind immer tafelförmig nach {100} und nach der Orthoaxe stark verlängert (Fig. 2). Das Doma {101} ist immer mehr hervortretend als die Basis; in der Prismenzone kommt {110} häufig allein vor, kann aber auch durch {120} verdrängt werden. {011} ist immer klein, kommt aber an allen Krystallen vor.

Vorzügliche Spaltbarkeit nach {001}.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene: auf {100} tritt eine Bisectrix aus.

Fluornaphtalinsulfonsäureäthyläther.

($C_{10}H_6FlSO_2OC_2H_5$. Schmelzpunkt 93°. Krystalle aus Alkohol.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch, der Chlorverbindung isomorph.

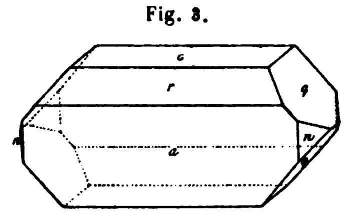
Axenverhältniss: $a : b : c = 1,3584 : 1 : 1,1049$; $\beta = 82^0\,8'$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $n = \{120\}$ $\infty P2$, $r = \{101\}-P\infty$, $q = \{011\}P\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001) =	*82° 8'	—
:(101) =	46 16	46° 11' 29"
(001):(101) =	35 51	35 56 31
:(011) =	*47 35	—
(011):(01$\bar{1}$) =	84 52½	84 50 0
(100):(120) =	*69 37	—
(120):($\bar{1}$20) =	40 39½	40 46 0
(001):(120) =	87 12½	87 16 3
(011):(100) =	84 39½	84 42 10
:(120) =	43 44	43 35 56

Gut ausgebildete Krystalle, die sich in ihrem Habitus der Chlorverbindung anschliessen, doch kommt ein bei dieser seltener Typus hier häufig vor, wobei seitlich das Doma {011} herrschend auftritt, und {120} nur mit sehr kleinen Flächen ausgebildet ist (Fig. 3).

Fig. 3.



Spaltbarkeit nach {001} wie bei der Chlorverbindung, optische Orientirung ebenso.

Giebt mit der Chlorverbindung Mischkrystalle, welche den Habitus des Fluoräthyläthers besitzen, und deren Winkel zwischen denjenigen der beiden Componenten liegen.

1-4-Nitronaphtalinsulfonsäureäthyläther.

($C_{10}H_6NO_2SO_2OC_2H_5$. Schmelzpunkt 93°. Krystalle aus Aether und Chloroform. Dargestellt von Cleve, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1889, 541.)

Krystallisirt rhombisch mit dem Axenverhältnisse:

$$a : b : c = 0,9234 : 1 : 0,5999.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $b = \{010\}$ $\infty\breve{P}\infty$, $x = \{122\}\breve{P}2$.

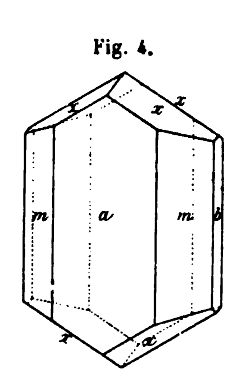


Fig. 4.

	Gemessen:	Berechnet*):
(110):(1̄10) =	94° 38′	94° 33′ 42″
:(100) =	42 25	42 43 9
:(010) =	47 19	47 16 51
(122):(1̄22) =	31 10	31 7 52
:(12̄2) =	59 24½	59 24 54
:(1̄2̄2) =	*68 37	68 36 16
:(100) =	*74 28	74 26 4
:(010) =	*60 18½	60 17 33

Die Krystalle bilden nach {100} flache Prismen nach der Verticalaxe. Das Brachypinakoid ist immer nur schmal (Fig. 4).

Optische Axenebene {010}; auf {100} tritt eine Bisectrix senkrecht aus.

Derivate der 1-5-Fluornaphtalinsulfonsäure.

(Sämmtlich dargestellt und beschrieben von Mauzelius, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1889, 575. Berichte d. d. chem. Ges. 1889, 22, 1844.)

Chlorid.

($C_{10}H_6FlSO_2Cl$. Schmelzpunkt 122°—123°.)

Krystallsystem: Rhombisch.

Axenverhältniss: $a:b:c = 0,5321 : 1 : 0,4135$.

Beobachtete Formen: {110}∞P, {010}∞P̆∞, {111}P.

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(11̄1) =	*36° 10′	—
:(1̄11) =	71 23	71° 22′ 8″
:(1̄1̄1) =	*82 43	—
:(110) =	48 39	48 38 30
:(010) =	(72 2)	71 55 0
(110):(11̄0) =	(56 19)	56 2 14
:(010) =	(61 49)	61 58 53

Die Krystalle sind langprismatisch nach der Verticalaxe und häufig tafelig durch Vorherrschen von {010}. Nach {001} findet sich eine ziemlich gute Spaltbarkeit.

Bromid.

($C_{10}H_6FlSO_2Br$. Schmelzpunkt 145°. Krystalle aus $CHCl_3$.)

Krystallsystem: Rhombisch.

Axenverhältniss: $a:b:c = 0,5464 : 1 : 0,4233$.

*) Aus dem Mittel der drei mit * bezeichneten Messungen.

Beobachtete Formen: {110}∞P, {010}∞P̆∞, {111} P.

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(1̄11) =	—	37° 0′ 0″
:(1̄11) =	70°51′	71 0 34
:(1̄1̄1) =	—	82 52 28
:(110) =	48 40	48 33 46
:(010) =	*71 30	—
(110):(11̄0) =	57 26	57 18 0
:(010) =	*61 21	—

In der Ausbildung dem Chlorid vollkommen ähnlich. Ziemlich gute Spaltbarkeit nach {001}.

Die Krystalle erlaubten keine genauen Messungen.

Methyläther.

($C_{10}H_6FlSO_2OCH_3$. Schmelzpunkt 118°. Krystalle aus Aether.)

Krystallisirt rhombisch mit dem Axenverhältnisse:

$$a : b : c = 0,8381 : 1 : 0,5106.$$

Beobachtete Formen: m = {110}∞P, a = {100}∞P̄∞, o = {111} P, x = {122}P̆2.

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(11̄1) =	*47° 7′	—
:(1̄11) =	57 2	56°57′ 54″
:(1̄1̄1) =	*76 57½	—
:(110) =	51 31	51 31 15
:(100) =	61 34	61 31 3
:(122) =	13 19¾	13 18 17
(122):(12̄2) =	52 4½	52 3 44
:(1̄22) =	30 24½	30 21 20
:(1̄2̄2) =	61 29½	61 27 50
:(100) =	74 53¼	74 49 20
(110):(11̄0) =	79 45½	79 55 58
:(100) =	39 51½	39 57 59

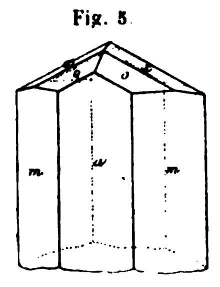


Fig. 5.

Die besonders in Bezug auf die Pyramidenflächen sehr gut ausgebildeten Krystalle waren prismatisch nach der Verticalaxe und bisweilen etwas tafelig nach {100}. Beide Pyramiden kamen an allen Krystallen vor (Fig. 5).

Doppelbrechung stark. Optische Orientirung: c = a, b = b, a = c.

Aethyläther.

($C_{10}H_6FlSO_2OC_2H_5$. Schmelzpunkt 79⁰ nach Mauzelius; die von mir durch Umkrystallisiren aus Aether und Alkohol erhaltenen Krystalle schmolzen bei 74⁰.)

Krystallsystem: Rhombisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0{,}8825 : 1 : 0{,}5426$.

Beobachtete Formen: {110}∞P, {100}∞P̄∞, {111}P, {122}P̆2.

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(1$\bar{1}$1)	=*49°33½′	49°36′34″
:($\bar{1}$11)	= 56 46	56 46 30
:($\bar{1}\bar{1}$1)	=*79 12	78 42 20
:(110)	=(50 30)	50 38 50
:(100)	=*61 37	61 36 45
:(122)	= 13 4	13 16 0
(122):($\bar{1}$22)	= 30 20	30 14 30
:(100)	= 74 50	74 52 45
(110):(1$\bar{1}$0)	= 82 54½	82 51 24
:(100)	= 41 33	41 25 42

Habitus der Krystalle langprismatisch nach der Prismenzone. Es wurden etwas schwankende Winkelwerthe erhalten, daher das gegebene Axenverhältniss als Mittel aus den Messungen (111):(1$\bar{1}$1), (111):($\bar{1}\bar{1}$1) und (111):(100) berechnet worden ist.

Der Aethyläther schliesst sich demnach dem Methyläther sehr nahe an, sowohl in Bezug auf die Winkelwerthe, als auch in Bezug auf die vorkommenden Flächen und den Habitus. Auch in optischer Beziehung zeigt sich die Uebereinstimmung, indem die optische Orientirung bei beiden die gleiche ist, also auch hier $c = \mathfrak{a}$, $b = \mathfrak{b}$, $a = \mathfrak{c}$.

Derivate der 1-5-Chlornaphtalinsulfonsäure.

(Cleve, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1886, 312. Berichte d. d. chem. Ges. 1887, **20**, 72.)

Chlorid.

($C_{10}H_6ClSO_2Cl$. Schmelzpunkt 95⁰. Krystalle aus Benzol.)

Krystallsystem: Asymmetrisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0{,}9963 : 1 : 1{,}1560$.

$\alpha = 92^0\,7'\,57''$, $\beta = 92^0\,28'\,11''$, $\gamma = 89^0\,47'\,1''$.

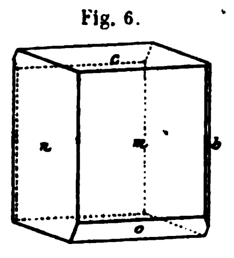
Beobachtete Formen: c = {001}0P, m = {110}∞P′, n = {1$\bar{1}$0}∞′P, mehr untergeordnet o = {11$\bar{1}$}P, sowie als sehr schmale Abstumpfung, nur zwei Mal beobachtet b = {010}∞P̆∞.

$(001):(110) = 81^{\circ}\ 5\frac{1}{2}'$
$(001):(1\bar{1}0) = 84\ \ 3$
$(110):(1\bar{1}0) = 88\ \ 7\frac{1}{2}$
$(110):(010) = 45\ \ 51$
$(\bar{1}10):(010) = 46\ \ 1\frac{1}{2}$
$(11\bar{1}):(110) = 49\ \ 9$

Die gegebenen Winkel sind Mittel. Die Krystallflächen gaben gute Reflexe, doch schwankten die Messungen bis auf $\frac{1}{2}^{\circ}$.

Die Krystalle sind würfelähnlich, bisweilen nach $\{1\bar{1}0\}$ etwas abgeplattet (Fig. 6).

Fig. 6.



Die Auslöschung auf $\{001\}$ macht mit der Kante gegen $\{1\bar{1}0\}$ einen Winkel von 21° im spitzen ebenen Winkel. Auf $\{1\bar{1}0\}$ tritt eine optische Axe gleich ausserhalb des Gesichtsfeldes aus; die Trace der optischen Axenebene steht senkrecht zu der Kante von $\{110\}$. Auf $\{110\}$ tritt die zweite optische Axe beinahe senkrecht aus.

Die Substanz ist an und für sich farblos, die untersuchten Krystalle waren aber von einem rothen Farbstoff gefärbt und zeigten einen sehr kräftigen Pleochroismus. So schwankte auf $\{001\}$ die Farbe zwischen hellgelb und dunkelroth bis zur Undurchsichtigkeit. Auf $\{110\}$, wo eine optische Axe senkrecht austritt, zeigte sich ebenfalls ein grosser Wechsel der Intensität und Nüancirung der rothen Farbe. Gewöhnliches Licht wurde durch das Flächenpaar $\{001\}$ mit dunkelgelber Farbe, durch $\{110\}$ mit dunkelrother und durch $\{1\bar{1}0\}$ mit hellgelber Farbe durchgelassen. Bisweilen konnte man beobachten, dass das Pigment sich an verschiedenen Flächen verschieden vertheilt hatte. So z. B. war ein grosser, nach $\{1\bar{1}0\}$ tafelförmiger Krystall in drei Paare von gegenüberliegenden Dreiecken getheilt; in denjenigen mit $\{110\}$ als Basis war der Krystall gelb, in denjenigen mit $\{11\bar{1}\}$ als Basis roth und in dem dritten Paare mit $\{001\}$ als Basis fast farblos (ähnlich dem sogenannten »sanduhrförmigen Aufbau« bei Krystallen).

Methyläther.

($C_{10}H_6ClSO_2OCH_3$. Schmelzpunkt 89°. Aus dem entsprechenden Silbersalz und Jodmethyl von mir selbst dargestellt.)

Krystallisirt monosymmetrisch mit dem Axenverhältniss:

$$a:b:c = 1{,}0741 : 1 : 0{,}6454;\quad \beta = 76^{\circ}\,54'.$$

Die beobachteten Formen sind: $m = \{110\}\infty P$, $a = \{100\}\infty P\!\!\!/\infty$, $c = \{001\}0P$, $r = \{\bar{1}01\}+P\!\!\!/\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$	$= *87^{\circ}25'$	—
$:(100)$	$= 46\ 10$	$46^{\circ}17'30''$

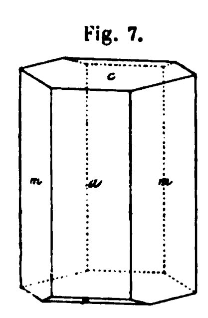


Fig. 7.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(001) =	8° 15′	80°59′ 23″
(100):(001) =	*76 54	—
:(10$\bar{1}$) =	68 59	68 59 0
(001):($\bar{1}$01) =	*34 7	—

Grosse, farblose, nach der Verticalaxe prismatische Krystalle (Fig. 7).

Ebene der optischen Axen {010}. Auf {100} tritt eine Axe fast senkrecht aus.

Aethyläther.

($C_{10}H_6ClSO_2OC_2H_5$. Schmelzpunkt 46°.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch. Axenverhältniss:

$a : b : c = 1,6785 : 1 : ?; \quad \beta = 68^0 58'$.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $m = \{110\}\infty P$.

(100):(001) = 68°58′
:(110) = 57 27
(110):($\bar{1}$10) = 65 6

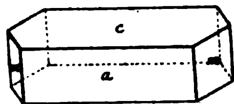


Fig. 8.

Die Krystalle sind immer nach der Orthoaxe ausgezogen, in der Regel auch nach {001} dicktafelförmig (Fig. 8).

Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene; auf {100} tritt eine Bisectrix und auf {001} eine Axe, beide, soweit man sehen kann, senkrecht aus. Der optische Axenwinkel ist demnach etwa gleich $2\beta = 138^0$, $2V = 42^0$.

Derivate der 1-5-Bromnaphtalinsulfonsäure.

(Mauzelius, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1887, 745 und 1889, 561. Berichte d. d. chem. Ges. 1887, 20, 3404.)

Chlorid.

($C_{10}H_6BrSO_2Cl$. Schmelzpunkt 95°.)

Krystallisirt asymmetrisch, der entsprechenden Chlorverbindung völlig isomorph.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P'_{,}$, $n = \{1\bar{1}0\}\infty'_{,}P$, $o = \{11\bar{1}\}P_{,}$.

(001):(110) = 81°21½′
(001):(1$\bar{1}$0) = 85 30
(110):(1$\bar{1}$0) = 86 50
(11$\bar{1}$):(00$\bar{1}$) = 48 45½
(11$\bar{1}$):(110) = 49 53

Da von diesen Winkeln nur vier unabhängig sind, konnte kein Axenverhältniss berechnet werden.

Die Krystalle sind würfelähnlich (Fig. 6). Sie besitzen eine ziemlich gute Spaltbarkeit nach {001}.

Die optische Orientirung gleicht derjenigen der Chlorverbindung vollständig.

Aethyläther.

($C_{10}H_6BrSO_2OC_2H_5$. Schmelzpunkt 51°. Krystalle aus Alkohol.)

Krystallsystem: Rhombisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,9627 : 1 : 1,3327$.

Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $b = \{010\} \infty \breve{P} \infty$, $o = \{111\} P$, $q = \{011\} \breve{P} \infty$.

	Gemessen:	Berechnet*):
(010):(011) =	*36° 53′	—
(111):(11$\bar{1}$) =	55 2	54° 59′ 12″
:(1$\bar{1}$1) =	75 51	75 57 10
:(1$\bar{1}\bar{1}$) =	100 28½	100 33 30
:(001) =	62 26	62 30 24
:(010) =	52 4½	52 1 25
:(011) =	39 42½	39 43 15

Gut ausgebildete, nach der Basis tafelförmige Krystalle (Fig. 9).

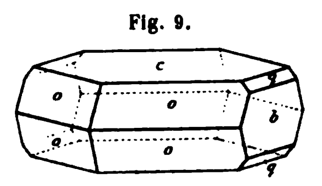


Fig. 9.

Optische Axenebene {100}. Durch {010} sieht man das zweiaxige Axenbild vollständig, da der Axenwinkel sehr klein ist; es wurde $2V$ für Natriumlicht in Luft zu 29° 52′ gemessen.

Normaler Propyläther.

($C_{10}H_6BrSO_2OCH_2CH_2CH_3$. Schmelzpunkt 57°,5. Krystalle aus Alkohol.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 1,1701 : 1 : 1,5916$; $\beta = 84° 32′ 49″$.

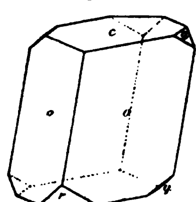
Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $o = \{111\} -P$, $r = \{\bar{1}01\} +P\infty$, $q = \{012\} \frac{1}{2}R\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(1$\bar{1}$1) =	*83° 53′	—
:(001) =	*61 33	—
:(10$\bar{1}$) =	77 5	77° 7′ 28″
:(012) =	38 0½	37 57 32
:(01$\bar{2}$) =	87 25	87 36 51

*) Die a-Axe wurde aus dem Mittel der Messungen (111):(11$\bar{1}$), (111):(010) und (111):(011) berechnet.

	Gemessen:	Berechnet:
(001):(̄101)	= *57° 15½′	—
:(012)	= 38 17	38° 23′ 13″
(012):(0̄12)	= 77 10	76 46 26
:(̄101)	= 65 4	64 55 0

Fig. 10.



Die Krystalle sind kurzprismatisch nach {111} oder dicktafelförmig nach {001} (Fig. 10).

Die Ebene der optischen Axen ist {010}; auf {001} tritt eine Axe fast senkrecht aus.

Isopropyläther.

($C_{10}H_6BrSO_2OCH(CH_3)_2$. Schmelzpunkt 74°. Krystalle aus Isopropylalkohol.)

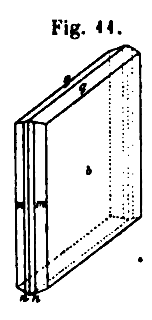
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,6077 : 1 : 0,6155$; $\beta = 82° 26' 12''$.

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty P\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $n = \{210\}\infty P2$, $q = \{012\}\frac{1}{2}P\infty$, ferner sehr untergeordnet und nur einmal beobachtet $\{011\}P\infty$ und $\{\bar{1}01\}+P\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(1̄10)	= *62° 8′	—
:(010)	= 59 4	58° 56′ 0″
:(01̄2)	= *87 33	—
:(012)	= (75 30)	75 1 25
(210):(010)	= (73 32)	73 14 11
(012):(010)	= *73 2	—
:(0̄12)	= 33 57	33 56 0

Fig. 11.



Die Krystalle waren tafelförmig nach {010} (Fig. 11). Sie erlaubten keine genauen Messungen, daher eine Entscheidung über das Krystallsystem erst durch die optische Untersuchung erhalten wurde; die Auslöschung auf {010} ist nicht diagonal, sondern der spitze Winkel β wird so getheilt, dass die Auslöschungsrichtung etwa 32° mit der Verticalaxe, etwa 51° mit der Klinoaxe macht.

Derivate der 1-5-Jodnaphtalinsulfonsäure.

(Mauzelius, Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1889, 566. Berichte d. d. chem. Ges. 1889, 22, 2520.)

Chlorid.

($C_{10}H_6JSO_2Cl$. Schmelzpunkt 114°. Krystalle aus $CHCl_3$.)

Isomorph mit den Chloriden der Chlor- und der Bromsulfonsäure. Krystallisirt wie diese in würfelähnlichen, asymmetrischen Krystallen.

Methyläther.

($C_{10}H_6JSO_2OCH_3$. Schmelzpunkt 59°—60°. Krystalle aus Aethylalkohol.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = ? : 1 : 0,6131$; $\beta = 76° 29'$.

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty R\infty$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $q = \{011\} R\infty$.

	Gemessen:
(011):(010) =	59° 12′
:(100) =	78 25

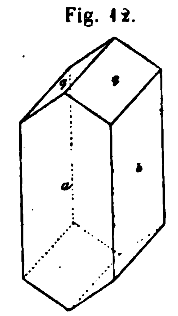


Fig. 12.

Nach der Verticalaxe prismatische, nach {010} etwas tafelförmige Krystalle, welche nur approximative Messungen erlaubten (Fig. 12).

Auslöschung auf {100} parallel; auf {010} 5° gegen die Verticalaxe im stumpfen Winkel β.

Aethyläther.

($C_{10}H_6JSO_2OC_2H_5$. Schmelzpunkt 75°. Krystalle aus Alkohol.)

Krystallsystem: Rhombisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,9354 : 1 : 1,3568$.

Beobachtete Formen: {001}0P, {010}$\infty\breve{P}\infty$, {111}P.

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(11$\bar{1}$) =	*53° 27′	—
:(1$\bar{1}$1) =	*75 12	—
:(1$\bar{1}\bar{1}$) =	98 54	98° 34′ 14″
:(001) =	(63 16)	63 16 30
:(010) =	(52 24)	52 24 0

Die Pinakoide waren zu Messungen wenig geeignet, die Pyramidenflächen dagegen ziemlich gut.

Die Krystalle sind tafelförmig nach {001}, häufig nach der a-Axe ausgezogen und ähneln sehr denjenigen der isomorphen Bromverbindung (Fig. 9), nur fehlt hier das Doma {011}.

Ebene der optischen Axen {100}; auf {001} tritt eine Bisectrix senkrecht aus.

Normaler Propyläther.

($C_{10}H_6JSO_2OCH_2CH_2CH_3$. Schmelzpunkt 67°. Krystalle aus n-Propylalkohol.)

Krystallisirt ebenfalls rhombisch mit dem Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1,0287 : 1 : 1,4436.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $o = \{111\}P$, $q = \{101\}\breve{P}\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(11$\bar{1}$)	= *52° 50′	—
:($\bar{1}$11)	= 77 7	77° 15′ 12″
:(1$\bar{1}$1)	= *79 54½	—
:(001)	= 63 34	63 35 0
:(101)	= 39 56½	39 57 15
(101):(10$\bar{1}$)	= 70 39	70 56 56
:(001)	= 54 40½	54 31 32

Fig. 13.

Gut ausgebildete Krystalle mit vorzüglich spiegelnden Flächen.

Fast quadratische Tafeln. Das Doma {101} ist immer sehr untergeordnet (Fig. 13).

Ebene der optischen Axen {010}; auf {001} tritt eine Bisectrix senkrecht aus.

Isopropyläther.

($C_{10}H_6JSO_2OCH(CH_3)_2$. Schmelzpunkt 90°. Krystalle aus Isopropylalkohol.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,6249 : 1 : 0,8852$; $\beta = 62° 50′ 38″$.

Beobachtete Formen: $m = \{110\} \infty P$, $b = \{010\} \infty \mathcal{R}\infty$, $q = \{011\} \mathcal{R}\infty$, $s = \{012\} \frac{1}{2}\mathcal{R}\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0)	= *58° 9′	—
:(010)	= 60 53½	60° 55′ 30″
(011):(0$\bar{1}$1)	= *76 27	—
:(010)	= 51 46	51 46 40
:(110)	= *52 7	—
:($\bar{1}$10)	= 89 13½	89 16 23
:(012)	= 16 41	16 43 47
(012):(0$\bar{1}$2)	= —	42 59 26
:(010)	= 68 35	68 30 17

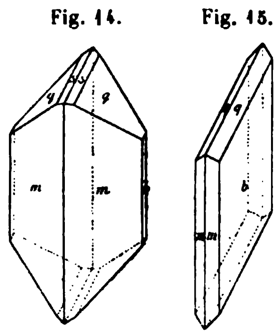


Fig. 14. Fig. 15.

Gut ausgebildete, nach der Verticalaxe prismatische Krystalle. Von den Flächen der Prismenzone ist bisweilen {110} dominirend (Fig. 14), bisweilen sind jedoch die Krystalle tafelförmig nach {010} (Fig. 15) und ähneln dann denjenigen der entsprechenden Bromverbindung (Fig. 11).

Auslöschung auf {010} parallel der Kante von {011}.

1-6-Chlornaphtalinsulfonsäureäthyläther.

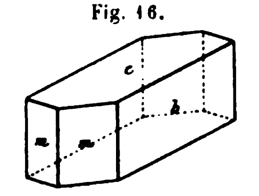
($C_{10}H_6ClSO_2OC_2H_5$. Schmelzpunkt 111°. Dargestellt von Cleve, Öfv. Vet.-Akad. Förh. 1886, 317, 323; Berichte d. d. chem. Ges. 1887, 20, 75.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,4307 : 1 : ?$; $\beta = 86° 45'$.

Beobachtete Formen: $b = \{010\} \infty R \infty$, $c = \{001\} 0P$, $m = \{110\} \infty P$.

(010):(110) = 66° 44′
(110):(1$\bar{1}$0) = 46 32
(001):(110) = 87 1


Fig. 16.

Die Krystalle sind nach der Klinoaxe ausgezogen und bilden theils lange Prismen mit fast quadratischem Durchschnitt, theils, durch Vorherrschen von {010}, dicke Tafeln (Fig. 16).

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; auf {001} tritt eine Axe gleich gleich ausserhalb des Gesichtsfeldes im stumpfen Winkel β aus. Auf {010} macht eine Auslöschungsrichtung mit der Verticalaxe einen im spitzen Winkel β gelegenen Winkel von ca. 19°.

1-6-Nitronaphtalinsulfonsäurechlorid.

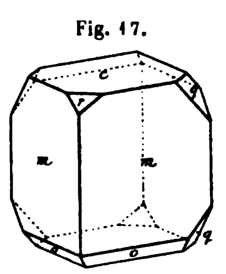
($C_{10}H_6(NO_2)SO_2Cl$. Schmelzpunkt 126°. Krystalle aus Benzol. Palmaer in Öfv. Vet.-Akad. Förh. 1887, 739 und Berichte d. d. chem. Ges. 1888, 21, 3263.)

Krystallisirt monosymmetrisch mit dem Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,9956 : 1 : 0,8308; \quad \beta = 81° 28' 15''.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $m = \{110\} \infty P$, $q = \{021\} 2R\infty$, $r = \{101\} -P\infty$, $o = \{\bar{1}11\} +P$.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*89° 6½′	—
(001):(110) =	*83 56	—
(021):(02$\bar{1}$) =	*62 38½	—
:(001) =	58 41	58° 40′ 45″
:(110) =	49 15	49 8 17
:($\bar{1}$10) =	56 55	57 1 15
(001):(101) =	36 27	36 17 30
($\bar{1}$11):(001) =	(57)	55 2 50


Fig. 17.

Würfelähnliche Combinationen von {110} mit {001}, zu denen sich dann und wann kleine Domenflächen gesellen (Fig. 17). Die Pyramide kommt

häufig vor, ist aber immer durch Resorption angegriffen und giebt deshalb nur approximative Messungen.

Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene; auf {001} tritt eine Axe fast senkrecht aus. Auf {110} macht eine Auslöschungsrichtung mit der Kante von {1$\bar{1}$0} einen im stumpfen ebenen Winkel (001):(1$\bar{1}$0) gelegenen Winkel von 33°.

1-8-Chlornaphtalinsulfonsäureäthyläther.

($C_{10}H_6ClSO_2OC_2H_5$. Schmelzpunkt 67,5°. Krystalle aus Alkohol. Dargestellt von Cleve, Öfv. Vet.-Akad. Förh. 1889, 545; Berichte 1890, **23**, 962.)

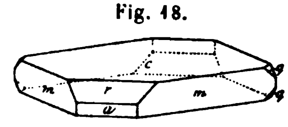
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Axenverhältniss: $a:b:c = 1{,}1737 : 1 : 1{,}3045$; $\beta = 85°47'$.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $q = \{011\}P\infty$, $r = \{101\}-P\infty$, ferner nur einmal beobachtet $\{\bar{1}01\}+P\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001)	= *85° 47′	—
:(101)	= 40 2	40° 5′ 0″
:(10$\bar{1}$)	= (43 23)	43 51 20
(001):(101)	= *45 42	—
(110):(100)	= *49 29½	—
:($\bar{1}$10)	= 81 0	81 1 0
:(001)	= 87 16½	87 15 45
:(101)	= 59 59	60 11 58
(011):(01$\bar{1}$)	= (74 45)	75 5 40
:(001)	= 52 35	52 27 10

Fig. 18.



Die Krystalle sind oft als dünne Tafeln nach {001} ausgebildet (Fig. 18), bisweilen werden sie jedoch etwas dicker und sind dann in der Regel nach der Orthoaxe etwas länger ausgezogen. Das Doma {011} kommt oft, aber immer sehr untergeordnet vor.

2-6-?-Chlornaphtalindisulfonsäurechlorid.

($C_{10}H_5Cl(SO_2Cl)_2$. Schmelzpunkt 124,5°. Die zweite Sulfongruppe steht entweder in der Stellung 1 oder in der Stellung 5. Dargestellt von Forsling, Öfv. Vet.-Akad. Förh. 1888, 644.)

Krystallisirt monosymmetrisch mit dem Axenverhältniss:

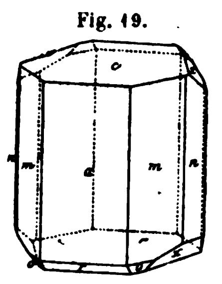
$$a:b:c = 1{,}1884 : 1 : 1{,}0679; \quad \beta = 80°20'30''.$$

Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $n = \{120\}\infty P2$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $r = \{\bar{1}01\}+P\infty$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $x = \{\bar{1}22\}+P2$.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(110) =	*49°31′	—
:(120) =	66 49	66°53′16″
(110):($\bar{1}$10) =	81 1	80 58 0
:(120) =	(17 27)	17 22 16
(120):($\bar{1}$20) =	(45 45)	46 13 28
(100):(001) =	*80 20½	—
:(10$\bar{1}$) =	*53 27	—
(110):(10$\bar{1}$) =	67 6½	67 15 18
(001):(110) =	83 47	83 44 48
:(120) =	86 1	86 13 26
:($\bar{1}$11) =	(56 29)	58 18 53
:($\bar{1}$22) =	50 49	51 0 26
($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$1) =	81 7	81 14 56
:($\bar{1}$01) =	40 30	40 37 28
:($\bar{1}$10) =	(37 34)	37 56 19
($\bar{1}$22):($\bar{1}\bar{2}$2) =	90 33)	91 30 56
:($\bar{1}$20) =	43 9	42 46 8

Die Krystalle waren meistentheils kurzprismatisch nach der Verticalzone (Fig. 19). — Die Pyramidenflächen sind immer klein, {$\bar{1}$22} öfters grösser als {$\bar{1}$11}. Zwillinge nach {100} sind beobachtet.

Fig. 19.



Die Ebene der optischen Axen ist {010}. Auf {100} tritt eine Axe gleich ausserhalb des Gesichtsfeldes aus im stumpfen Winkel β.

Die hier untersuchten Körper stehen zum grössten Theile in nahen chemischen Relationen zu einander; es sind theils Körper, welche sich nur durch die relative Stellung der substituirten Atomgruppen unterscheiden — ich erinnere daran, dass bei den Disubstitutionsproducten des Naphtalins 14 Isomerien möglich sind —, theils sind es verschiedene Derivate derselben Sulfonsäure und schliesslich sind es Haloidderivate, bei welchen das Haloid bald Fluor, bald Chlor, Brom oder Jod ist. — Gehen wir zunächst zur Besprechung der bei der letztgenannten Kategorie von Substitutionen hervorgebrachten Aenderungen der Krystallform über.

Die vier Elemente Fluor, Chlor, Brom und Jod gelten als eines der besten Beispiele einer Gruppe einander isomorph ersetzender Elemente. Man kennt jedoch aus dem Gebiete der organischen Substanzen einzelne Fälle, wo das Chlorderivat den Brom- und Jodderivaten nicht isomorph

ist*), dagegen habe ich ein Beispiel von Nicht-Isomorphie der Bromverbindungen mit den entsprechenden Jodverbindungen nicht finden können; die einschlägige Literatur ist jedoch so gross und so zerstreut, dass ich gern annehme, dass ich einige solche Fälle übersehen habe. — Ueber das Verhalten organischer Fluorderivate weiss man noch nichts, da meines Wissens solche früher nicht krystallographisch untersucht worden sind.

Es liegen zuerst die drei 1-2-Chlor-, Brom- und Jodnaphtole vor. Sie sind alle drei rhombisch und zeigen dieselbe Combination und denselben Habitus; sie sind deshalb als völlig isomorph zu betrachten. Die Zusammenstellung der Axenverhältnisse

$$\begin{array}{llcl}
Cl & & 0,6606 : 1 : 0,3057 & \\
 & 0,0088 < & & > 0,0103 \\
Br & & 0,6694 : 1 : 0,2954 & \\
 & 0,0417 < & & > 0,0081 \\
J & & 0,7111 : 1 : 0,2873 &
\end{array}$$

zeigt, dass die Substitution von *Br* resp. *J* für *Cl* eine Aenderung beider variablen Axen hervorgebracht hat: die *a*-Axe nimmt zu und die *c*-Axe ab. Die Differenz zwischen *Cl*—*Br* ist betreffs der *a*-Axe viel kleiner als zwischen *Br*—*J*, betreffs der *c*-Axe ist dagegen die Differenz etwa gleich**).

Die 1-4-Fluor- und Chlorderivate erweisen sich ebenfalls vollständig isomorph und zeigen Aehnlichkeiten bis in kleine Details. Dagegen sind die vier untersuchten 1-5-Fluorderivate wohl nahe verwandt mit einander, zeigen aber gar keine Analogien zu den entsprechenden Verbindungen der übrigen Haloide.

Aus den 1-5-Derivaten haben wir zuerst die Methyläther der Chlor- resp. Jodnaphtalinsulfonsäure zu vergleichen:

$$\begin{array}{lll}
Cl & 1,0741 : 1 : 0,6454; & \beta = 76^0\,54' \\
J & \quad ? \quad : 1 : 0,6131; & \beta = 76^0\,29'.
\end{array}$$

Vielleicht sind sie als isomorph zu bezeichnen. In der Ausbildung ist jedoch keine Aehnlichkeit vorhanden, der Chlormethyläther zeigt, ausser Pinakoiden, {110} und {$\bar{1}$01}, die Jodverbindung nur {011}.

Der Chlornaphtalinsulfonsäureäthyläther zeigt keine Aehnlichkeit weder mit den unter einander isomorphen Brom- und Jodverbindungen, noch mit den entsprechenden Fluorderivaten.

Die normalen Propyläther der Brom- und Jodsulfonsäuren sind nicht isomorph, aber in naher morphotropischer Beziehung zu einander stehend***).

*) Man findet z. B. vier Beispiele von Brugnatelli beschrieben in dieser Zeitschr. **20**, 601 und **28**, 179.

**) Die von Morton (Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1891, 577) gemessene 1-2-Amidonaphtalinsulfonsäure $C_{10}H_6(NH_2)SO_2OH$ ist ebenfalls rhombisch mit einem sehr ähnlichen Axenverhältniss $a : b : c = 0,7940 : 1 : 0,3648$.

***) Ich habe sie früher (in der citirten Abhandlung von Mauzelius) als isomorph bezeichnet. Es ist ja dies hauptsächlich eine Definitionsfrage, doch scheint mir jetzt der oben benutzte Ausdruck den hier bestehenden Verhältnissen besser zu entsprechen.

Die Bromverbindung ist monosymmetrisch, die Jodverbindung rhombisch, es ist aber:

	Br	*J*
$(111):(1\bar{1}1)$ =	83° 53′	79° 54½′
$:(001)$ =	61 33	63 35
$(001):(10\bar{1})$ =	57 15½	54 31½

Auch die Isopropyläther der Brom- und Jodsulfonsäuren sind wohl kaum als isomorph zu bezeichnen, obwohl sie beide monosymmetrisch sind und ähnlichen Habitus besitzen (vergl. die Fig. 11 und 15), da die Winkelähnlichkeit auf eine Zone beschränkt ist:

Br 0,6077 : 1 : 0,6155; β = 82° 26′ 12″
J 0,6249 : 1 : 0,8852; β = 62 50 38.

Die Chloride (und Bromide) sowohl der Jod- und Brom- als der Chlornaphtalinsulfonsäure sind dagegen sämmtlich isomorph. Alle sind asymmetrisch und krystallisiren in würfelähnlichen Gestalten.

Die eben gemachten Vergleiche haben also zu dem Resultate geführt, dass die zu erwartende isomorphe Vertretung der vier Haloide sich in einigen Fällen bewährt hat, in anderen aber nicht. Unter den letzteren giebt es sowohl Fälle, wo zwischen den entsprechenden Verbindungen gar keine Analogie mehr zu finden ist, als auch solche, wo dieselben in naher morphotropischer Beziehung zu einander stehen. Will man den Satz aufrecht halten, dass die Haloide sich immer isomorph ersetzen, so muss man zur Erklärung der hier und in einigen anderen Fällen erwiesenen Nicht-Isomorphie der Haloidverbindungen sich der häufig ausgesprochenen Vermuthung anschliessen, dass der Polymorphismus eine allgemeine Eigenschaft der Materie sei und daher die fehlenden Glieder der isomorphen Reihe wohl möglich sind, obwohl sie nicht eine stabile Modification der betreffenden Substanz darstellen.

Aber auch ohne die Annahme einer Polymorphie könnte ein Erklärungsversuch gemacht werden. Wie unten gezeigt wird, sind auch zwischen den Aethern der 1-5-Säuren deutliche Relationen sehr spärlich vorhanden, und man könnte sich dann vielleicht denken, dass der betreffende Atomcomplex, in welchem die Substitutionen hier gemacht worden sind, sehr wenig krystallographisch stabil wäre, und deshalb die kleinen Differenzen der morphotropischen Kraft des Fluors, des Chlors, des Broms und des Jods eben hier abnorm grosse Verschiedenheiten hervorbringen könnten. — Die erste Hypothese dürfte wohl jetzt die meisten Anhänger finden, doch scheint mir auch die zweite in Erwägung gezogen werden zu müssen.

Bei einem Vergleich der verschiedenen Derivate derselben Säuren mit einander sind bei den 1-5-Chlor-, Brom- und Jodnaphtalinsulfonsäuren mehr Unähnlichkeiten als Aehnlichkeiten zu verzeichnen. Sehr nahe ver-

wandt zeigen sich jedoch der Jod-(und Brom-)äthyläther und der normale Jodpropyläther (mit der kürzeren horizontalen Axe nach vorn gerichtet):

C_2H_5 0,9354 : 1 : 1,3568
C_3H_7 0,9721 : 1 : 1,4033.

Sie sind auch in ihrem Habitus sehr ähnlich.

Wie schon hervorgehoben, ist der Bromisopropyläther sehr nahe rhombisch, indem die Axen a und c fast gleich sind. Rhombisch aufgefasst, würde derselbe die Combination von {001}, {111}, {221} zeigen und das Axenverhältniss wäre:

$$0,6116 \sin\frac{\beta}{2} : 0,6116 \cos\frac{\beta}{2} : 1$$
$$= 0,8760 : 1 : 2,1738$$

was mit den beiden vorigen vergleichbar ist.

Die von den entsprechenden Derivaten der übrigen Haloide ganz abweichenden 1-5-Fluorverbindungen zeigen dagegen unter sich sehr grosse krystallographische Verwandtschaft. Das Chlorid und das Bromid sind isomorph und die beiden Aether ähneln einander in Winkeln und Habitus wie zwei isomorphe Körper. Aber auch zwischen diesen beiden Gruppen finden sich Relationen. Wird das Grundprisma bei dem Chlorid resp. Bromid als {011}$\breve{P}\infty$, die Grundpyramide als {211}$2\bar{P}2$ aufgefasst, so ergeben sich die Axenverhältnisse:

	$a : b : c$	$a : c$
Cl	0,8270 : 1 : 0,5321	1,554
Br	0,8466 : 1 : 0,5464	1,549
OCH_3	0,8381 : 1 : 0,5106	1,641
OC_2H_5	0,8825 : 1 : 0,5426	1,626

Es ist also eine sehr grosse Aehnlichkeit zwischen allen vier, was auf eine hohe Stabilität bei dem Complexe, worin die Substitutionen erfolgt sind, hindeutet. Sowohl bei der Substitution von Br statt Cl als von C_2H_5 statt CH_3 bleibt das Verhältniss $a:c$ ziemlich constant; die gegenseitige Substitution zweier in ihren morphotropischen Wirkungen so verschiedenen Substituenten wie Cl und OCH_3 lässt dagegen auch auf das Verhältniss $a:c$ einen Einfluss erkennen.

Von 1-2-Derivaten liegen sowohl das monosymmetrische Dichlornaphtalin, als die drei isomorphen, rhombischen Chlor-, Brom- und Jodnaphtole vor. Der Prismenwinkel des Dichlornaphtalins liegt zwischen denjenigen des Chlor- und des Bromnaphtols. Würde man die Flächen des Dichlornaphtalins auf ein rhombisches Axensystem beziehen, {001} dabei als {011} aufgefasst, so wäre das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,6760 : 1 : 0,2352 ,$$

was den oben zusammengestellten Axenverhältnissen der Naphtole sehr ähnlich ist.

Von den vier hier untersuchten Chlornaphtalinsulfonsäureäthyläthern sind die 1–4, 1-5 und 1-8 alle drei monosymmetrisch und prismatisch nach der Orthoaxe. Ihnen schliesst sich die von Morton*) untersuchte 1-7-Verbindung an; dieselbe ist ebenfalls monosymmetrisch und prismatisch nach der Orthoaxe. Zwischen den 1-4- und 1-8-Aethern sind auch Winkelähnlichkeiten vorhanden, wie aus den Axenverhältnissen ersichtlich:

1-4 $c:b:a = 1,1262:1:1,3281$; $\beta = 80^\circ 59'$
1-8 $a:b:c = 1,1737:1:1,3045$; $\beta = 85\ 47$

Der 1-6-Aethyläther ist zwar ebenfalls monosymmetrisch, zeigt aber weder in Winkeln, noch in der Ausbildungsweise irgend welche Aehnlichkeit mit den anderen.

*) Öfvers. Vet.-Akad. Förh. 1892, 407.

X. Ueber Pikrinsäure, $C_6H_3(NO_2)_3O$.

Von

L. Brugnatelli in Rom.

(Mit 8 Textfiguren.)

Bekanntlich wurde die Pikrinsäure schon mehrmals krystallographischen Untersuchungen unterworfen, doch sind die bisherigen Angaben über die Krystallform dieses Körpers, wie ich Gelegenheit gehabt habe zu bemerken, nicht nur unvollständig, sondern zum Theil auch fehlerhaft.

Die Beobachtungen von Mitscherlich*) und später diejenigen von Laurent**), sowie die optischen Untersuchungen von V. von Lang***) haben festgestellt, dass die Krystalle der Pikrinsäure dem rhombischen Systeme angehören; keiner aber von diesen Autoren spricht von dem Hemimorphismus, welcher doch von den Krystallen dieser Substanz sehr oft in ausgezeichneter Weise gezeigt wird. Soviel ich weiss, hat bis jetzt nur Lehmann†) auf den hemimorphen Charakter der Pikrinsäurekrystalle aufmerksam gemacht, indem er beobachtete, dass dieselben, unter dem Mikroskope krystallisirt, »fast immer in der bekannten gemessenen Form, vollkommen scharf, aber hemimorph ausgebildet auftreten«.

Auch in der Liebig'schen Beschreibung††) dieses Körpers kann man vielleicht eine erste Angabe darüber finden und besonders da, wo er sagt, dass die Krystalle »hellgelbe, äusserst glänzende Blätter, die meistens die Form gleichseitiger Dreiecke besitzen«, sind. Ungeachtet der Beobachtungen von Lehmann wird aber die Pikrinsäure

---

*) Pogg. Ann. 1828, **18**, 375.

) Revue scientifique **9, 24. Siehe auch: Rammelsberg, Handbuch der krystallogr. Chemie **2**, 495.

***) Sitzungsber. d. Wiener A. **81**, 111.

†) Diese Zeitschr. 1882, **6**, 64.

††) Pogg. Ann. 1828, **18**, 495.

auch in den neuesten Lehrbüchern der Krystallographie unter den Substanzen, welche in die holoëdrische Abtheilung des rhombischen Systems gehören, angegeben.

Den Hemimorphismus der Pikrinsäure habe ich in ausgezeichneter Weise zuerst beobachtet an einigen prächtigen Krystallen, welche von Herrn Prof. E. Zenoni in Pavia dargestellt wurden, und später an vielen von mir aus verschiedenen Lösungsmitteln erhaltenen Krystallen.

Ausser diesem Resultate habe ich bei der Durchsicht der krystallographischen Literatur der Pikrinsäure einige Unrichtigkeiten bemerkt, welche ich, bevor ich die Resultate meiner Beobachtungen zusammenstelle, berichtigen will.

Für die Pikrinsäure wird allgemein folgendes Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,974 : 1 : 0,9374\,^{*)}$$

angenommen, welches durch Rammelsberg aus folgenden von Mitscherlich beobachteten Winkelwerthen

$$(111):(1\bar{1}1) = 68^\circ\ 3'$$
$$(111):(\bar{1}11) = 70\ \ 10$$

berechnet wurde. Vergleicht man aber die daraus berechneten mit den beobachteten Werthen, so fällt sogleich eine sehr grosse Abweichung zwischen denselben auf. Nun ist es leicht, sich zu überzeugen, dass eine solche Abweichung auf ein Versehen von Mitscherlich zurückzuführen ist, welcher die Kanten $(111):(11\bar{1})$ und $(111):(1\bar{1}1)$ **) verwechselt hat.

In der That, giebt man der Kante $(111):(11\bar{1})$ ihren richtigen Werth und berechnet man nun das Axenverhältniss aus den Winkelwerthen:

$$(111):(11\bar{1}) = 68^\circ\ 3'$$
$$(111):(\bar{1}11) = 70\ \ 10$$

so erhält man:

$$a : b : c = 1,0389 : 1 : 1,0671\,,$$

woraus eine vollkommene Uebereinstimmung zwischen Berechnung und Beobachtung hervorgeht, wie es die folgende Tabelle zeigt.

	Beobachtete Werthe.	Berechnete Werthe.	
	Mitscherlich:	Rammelsberg:	Brugnatelli:
$(120):(1\bar{2}0)$ =	128°36′	125°40′	128°36′
$(100):(120)$ =	64 18	62 50	64 18
$(100):(111)$ =	54 55	54 55	54 55

Natürlich wird diese Aenderung der bis jetzt als richtig angenommenen krystallographischen Constanten der Pikrinsäure eine Aenderung auch in

---

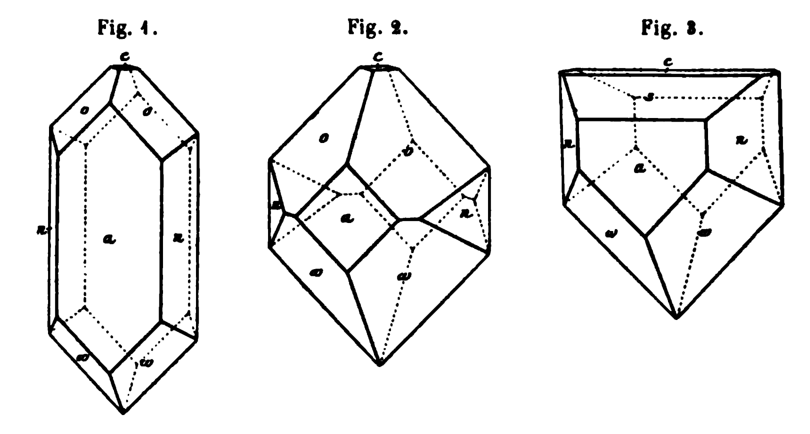
*) Richtiger: $a : b : c = 0,9735 : 1 : 0,9374$.

**) Orientirung von Rammelsberg (l. c.).

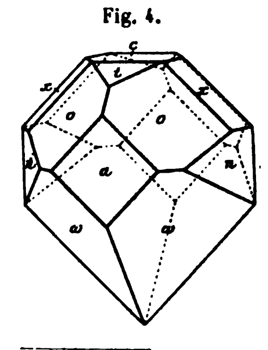
den Verhältnissen, welche man zwischen derselben und anderen Körpern festgestellt hat, zur Folge haben*). So z. B. können die Verhältnisse, welche Fock zwischen Pikrinsäure (Trinitrophenol) und Trinitrobenzol und Arzruni zwischen Pikrinsäure und Kaliumpikrat angeben, in leicht ersichtlicher Weise in folgende übergeführt werden:

Pikrinsäure:	$a : b : c$	= 1,0389 : 1 : 1,0671 ,
Trinitrobenzol:	-	= 1,1206 : 1 : 1,0626 ,
Kaliumpikrat:	-	= 1,4352 : 1 : 1,0616 .

Die zahlreichen von mir untersuchten Krystalle haben zum grössten Theile das gewöhnliche Aussehen der Krystalle der Pikrinsäure; sie sind nämlich tafelförmig, manchmal blätterförmig nach {100} ausgebildet, stets



nach der Axe [001] gestreckt (Fig. 1); andere haben oktaëdrischen Habitus (Fig. 2 und 4). Die Fig. 3 giebt das Bild einiger seltener Krystalle. Die oben erwähnten schönen Krystalle von Prof. Zenoni haben sämmtlich das Aussehen der Fig. 4 und besitzen im Gegensatze zu den übrigen bedeutendere Dimensionen (grösster Durchmesser parallel [001] 8 mm, kleinster parallel [100] 4—5 mm).



Der hemimorphe Charakter wird an fast allen Krystallen durch das Auftreten der Form {001} mit der einzigen Fläche (001) bedingt; gewöhnlich ist aber diese Fläche so wenig entwickelt, dass dieselbe nur mittelst einer Lupe oder am Goniometer wahrgenommen werden kann (dies erklärt, warum

*) Friedländer, Krystallographische Untersuchungen etc. Diese Zeitschr. 3, 172. — Fock, Einleitung in die chemische Krystallographie, 117—118. Leipzig 1888. — Arzruni, Physikalische Chemie der Krystalle, S. 228. Braunschweig 1893.

die Hemimorphie der Pikrinsäure so lange unbemerkt geblieben ist). Wenn (001) stärker ausgebildet ist, so ist dieselbe immer gerundet oder stark parallel [010] gestreift, so dass dieselbe keine Messung auszuführen erlaubt.

Die von mir beobachteten Formen sind*):

oberer Pol: $c = \{001\}$, $o = \{111\}$, $x = \{122\}$, $t = \{104\}$, $s = \{102\}$,
Zone [001]: $a = \{100\}$, $n = \{120\}$;
unterer Pol: $\omega = \{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$.

Die Formen {001}, {102}, {104}, {122} sind für die Pikrinsäure neu.

Sämmtliche Flächen liessen an Vollkommenheit ihrer Oberfläche viel zu wünschen übrig; aus diesem Grunde, sowie wegen der Thatsache, dass die Krystalle an der Luft bald trübe werden, konnten sehr genaue Messungen nicht ausgeführt werden.

Folgende Tabelle giebt die beobachteten und die aus dem Axenverhältnisse:

$$a : b : c = 1,0305 : 1 : 1,0434,$$

welches aus den ersten sechs Winkelwerthen hergeleitet wurde, berechneten Werthe:

	Beobachtet:	Berechnet:	n
$(100):(120)$	$= 64^0\ 2'$	$64^0\ 7'$	16
$(100):(111)$	$= 54\ 58$	$54\ 59$	13
$(111):(\bar{1}11)$	$= 70\ 3$	$70\ 2$	5
$(111):(1\bar{1}1)$	$= 72\ 43$	$72\ 30$	5
$(111):(11\bar{1})$	$= 68\ 48$	$69\ 2$	5
$(100):(102)$	$= 63\ 16$	$63\ 9$	4
$(100):(104)$	$= 75\ 32$	$75\ 48$	2
$(111):(120)$	$= 38\ 26$	$38\ 31$	4
$(111):(102)$	$= 40\ 3$	$40\ 7$	4
$(111):(104)$	$= 46\ 9$	$46\ 21$	2
$(111):(122)$	$= 16\ 1$	$15\ 42$	4
$(122):(\bar{1}22)$	$= 38\ 40$	$38\ 37$	1

Sehr wenig kennt man von den optischen Eigenschaften der Pikrinsäure. Die einzigen Beobachtungen verdanken wir v. Lang (l. c.), welcher aber nur die Lage der Ebene der optischen Axen parallel {010} und die zu {100} normale Stellung der Axe der grössten Elasticität, die er zugleich für die erste Mittellinie hielt, bestimmen konnte. Nach den Angaben von v. Lang wäre also die optische Formel $\underline{\mathfrak{a}}\ \bar{\mathfrak{b}}\ \mathfrak{c}$.

Die Resultate meiner Untersuchung stimmen ganz überein mit den Angaben von v. Lang, was die Lage der Ebene der optischen Axen und

*) Orientirung von Rammelsberg.

die Richtung der Axe der grössten Elasticität anbetrifft; diese letzte Axe aber ist nicht die erste, sondern die zweite Mittellinie, also ist das Zeichen der Doppelbrechung, welche sehr energisch ist, positiv und die optische Formel wird demnach $\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\underset{+}{\mathfrak{c}}$.

Die Messung des Winkels der optischen Axen wurde mittelst einigen normal zur ersten und zur zweiten Mittellinie geschliffenen Platten in Oel ausgeführt, und ergaben sich folgende Resultate:

Roth	$2H_a = 98^0 23'$	$2H_o = 119^0 56'$
Gelb (Na)	- = 99 27	- = 120 8 *)
Blau	- = 103 32	

*) Aus diesen Werthen ergiebt sich, dass sowohl für die erste wie für die zweite Mittellinie die Dispersion der optischen Axen $\varrho < v$ ist. Da nun die wahre Dispersion für den spitzen Winkel ebenfalls $\varrho < v$ ist, so ist es klar, dass für den stumpfen Winkel eine Inversion der Dispersion stattfindet. Des Cloizeaux (Nouvelles recherches etc. S. 100, 110) hat bekanntlich eine ähnliche Erscheinung am Thenardit und am unterschwefligsauren Natron beobachtet, hat aber die Erscheinung nicht näher besprochen. In allerjüngster Zeit hat auch Thaddéeff diesbezügliche Beobachtungen am Topas gemacht. Diese Zeitschr. **28**, 536—544. Ueber die Bedingungen, bei welchen eine solche Erscheinung eintreten kann, ist Folgendes zu bemerken:

Liege eine Platte normal zu einer der Mittellinien vor, und haben V_ϱ, V_v; β_ϱ, β_v; n_ϱ, n_v; H_ϱ, H_v die Bedeutung, welche denselben gewöhnlich gegeben wird, so hat man:

$$\sin V_\varrho = \frac{n_\varrho}{\beta_\varrho} \sin H_\varrho \quad \text{und} \quad \sin V_v = \frac{n_v}{\beta_v} \sin H_v\,,$$

woraus:

$$\frac{\sin V_\varrho}{\sin V_v} = \frac{\frac{\beta_v}{\beta_\varrho}}{\frac{n_v}{n_\varrho}} \cdot \frac{\sin H_\varrho}{\sin H_v}\,.$$

Setzen wir der Einfachheit halber $\frac{\beta_v}{\beta_\varrho} = d$ und $\frac{n_v}{n_\varrho} = \delta$ und schreiben also:

$$\frac{\sin V_\varrho}{\sin V_v} = \frac{d}{\delta} \cdot \frac{\sin H_\varrho}{\sin H_v}\,.$$

Nun sei $V_\varrho > V_v$ und also $\frac{\sin V_\varrho}{\sin V_v} > 1$. Dann ist es klar, dass eine Inversion stattfinden und dass man $H_\varrho < H_v$ beobachten wird, wenn $\frac{d}{\delta}$ der Bedingung genügt:

$$\frac{\sin V_\varrho}{\sin V_v} < \frac{d}{\delta}\,.$$

Falls hingegen $V_\varrho < V_v$ und also $\frac{\sin V_\varrho}{\sin V_v} < 1$, so wird man eine Inversion, nämlich $H_\varrho > H_v$, beobachten, wenn

$$\frac{\sin V_\varrho}{\sin V_v} > \frac{d}{\delta}\,.$$

Jedenfalls wird es immer nothwendig sein, dass $\frac{d}{\delta} > 1$ im ersten Falle und < 1 im zweiten, damit eine Inversion stattfinde. Da aber $\frac{\beta_v}{\beta_\varrho} = d$ die Dispersion des Kry-

woraus sich berechnet:

$$\text{für Roth} \quad 2V_a = 82^\circ 19'$$
$$\text{- Gelb } (Na) \quad \text{-} \; = 82 \; 43$$

Die Dispersion ist also beträchtlich und $\varrho < v$.

Der Pleochroismus ist beinahe nicht wahrnehmbar. Auch mittelst dickerer Platten ist es schwierig, eine Farbenänderung zu bemerken. Aus Beobachtungen aber, welche ich mit dem Haidinger'schen Dichroskop an Platten parallel den drei Pinakoiden gemacht habe, glaube ich für die Absorption schliessen zu können:

$$\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}.$$

Ich habe es für interessant gehalten, den Hemimorphismus der Pikrinsäure auch durch pyroëlektrische Versuche zu beweisen. Zu dem Zwecke wurde die Kundt'sche Bestäubungsmethode angewendet und die Beobachtungen an einer Reihe, sowohl von grossen, als von kleinen und lamellaren Krystallen ausgeführt. Bei dem ersten Versuche wurden dieselben während ungefähr zwei Stunden einer Temperatur von circa 60° ausgesetzt; die Erfahrung bewies aber, dass auch eine viel kürzere Erhitzungszeit genügt, um die Erscheinung deutlich hervorzubringen. Die Erscheinung tritt in ausgezeichneter Weise an allen Krystallen ein, mit Ausnahme jedoch der lamellaren, bei welchen die elektrische Erregung sehr schwach ist.

Was die Vertheilung der Elektricität anbelangt, so wird beim Erkalten das obere Ende des Krystalles, welches fast ausnahmslos durch die Basis begrenzt ist, negativ (analoger Pol); während das untere, stets durch $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ begrenzte Ende positiv erregt wird (antiloger Pol). Die Pikrinsäure folgt also wie Zinkblende, Turmalin, Kieselzinkerz u. s. w. dem bekannten Gesetze von Curie*).

Was die Stärke der elektrischen Erregung anbetrifft, so ist dieselbe an beiden Polen sehr energisch, besonders aber am unteren Pole, wo das

---

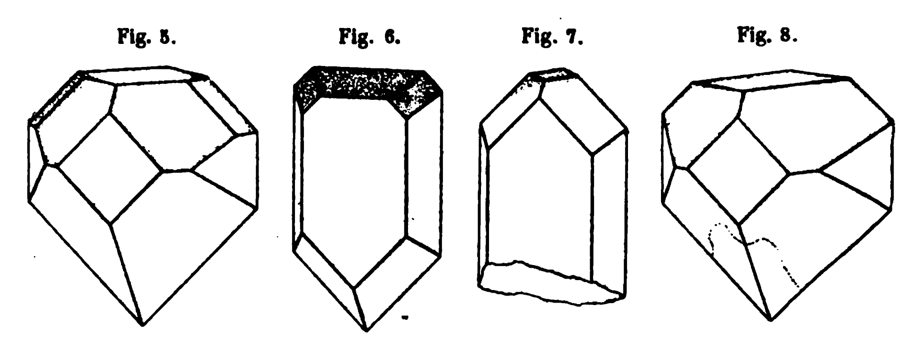
stalles für Strahlen vom Brechungsexponent β und $\frac{n_v}{n_\varrho} = \delta$ diejenige des umgebenden Mittels bezeichnet, so wird man schliessen können, dass, wenn im ersten Falle eine Inversion beobachtet wird, die Dispersion des Krystalles grösser als die des umgebenden Mittels ist, und umgekehrt im zweiten Falle.

Es folgt ferner, dass die Beobachtung des Axenbildes, sowie auch die Messung des scheinbaren Axenwinkels nicht ausreichen, um den Sinn der Dispersion der optischen Axen festzustellen.

Ist das umgebende Mittel die Luft, für welche man $\delta = 1$ annehmen kann, so wird im Allgemeinen eine Inversion nur dann möglich sein, wenn $V_\varrho > V_v$ ist.

*) J. P. Curie, Développement par compression de l'électricité polaire dans les crystaux hemièdres à faces inclinées. Comptes Rend. 1880, **91**, 386. Siehe auch: E. Mallard, Traité de cristallographie **2**, 578; Soret, Éléments de cristallographie physique, p. 621.

Schwefelpulver eine dicke Hülle um die Flächen von $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ bildet. Beachtenswerth ist noch, dass, während die Mennige in keinem Falle die Grenzen der Flächen des oberen Poles der Krystalle überschreitet, der Schwefel, besonders bei den langgestreckten Krystallen, auch einen Theil der Flächen der Zone $\{001\}$ bedeckt.


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

Die Figuren 5 und 6 geben besser als jede Beschreibung eine Idee von der Erscheinung. Fig. 7 giebt das Bild von einem Bruchstücke eines Krystalles; bei demselben war die Erregung sehr schwach, nur an der Bruchfläche bildete sich eine dicke Ablagerung von Schwefel. Besonders auffallend war das Verhalten des in Fig. 8 abgebildeten Krystalles, bei welchem in allen Versuchen eine unregelmässig begrenzte neutrale Zone am antilogen Pole beobachtet wurde.

Gabinette di Mineralogia della R. Università di Roma.

XI. Mittheilungen aus dem mineralogischen Cabinet der Universität zu Warschau.

I. Ueber die künstliche Darstellung von Spinell und Korund aus Silicatschmelzen.

Von

J. Morozewicz in Warschau.

Die Synthesen des Spinell und Korund gehören bekanntlich zu den ältesten und, so zu sagen, klassischen. Die ganze Reihe der bekannten französischen Synthetiker (Gaudin, Sénarmont, Ebelmen, Henri Sainte-Claire-Deville und Caron, Debray, Hautefeuille, Frémy und Feil, Fouqué und Michel-Lévy, Meunier) haben beide Mineralien auf zahlreichen und mannigfaltigen Wegen künstlich dargestellt. Nichtsdestoweniger ist unsere heutige Kenntniss über die näheren Bedingungen der Bildung dieser Mineralien in der Natur recht mangelhaft, insbesondere was den Korund betrifft.

Fouqué und Michel-Lévy*) glauben, auf die rein chemischen Versuche von Sainte-Claire-Deville und Hautefeuille gestützt, der Korund bilde sich, als ein Mineral »accessoire de la granulite et des schistes métamorphiques«, in der Natur nur unter dem Einflusse des Fluor- resp. Chlorwasserstoffgases. Doch lassen die beiden Forscher dabei ausser Acht, dass der Korund auch in manchen Basalten von Australien (Victoria) als Rubin, in der Lava von Niedermendig am Rhein als Sapphir, von den berühmten Fundstätten in Birma, als grosse Rubine in Lava, abgesehen von den Graniten Ceylons und anderen, gefunden worden ist. Wie erklärt sich nun das Vorhandensein des Korundes in diesen unzweifelhaft eruptiven und nicht »metamorphen« Gesteinen? Doelter**), welcher den Korund aus Aluminiumchlorid und einer Lösung von kohlensaurem Alkali bei höherem

---

*) Synthèse des minéraux, p. 224.

**) Edelsteinkunde, S. 102.

Drucke erhielt, kommt zu dem Resultate, dass die Bildung des Minerals auf nassem Wege die wahrscheinlichste wäre. Was nun die Korunde, welche in den vulkanischen Gesteinen angetroffen werden, anbetrifft, so stellt Doelter die Vermuthung auf, »sie seien aus dem Erdinneren schon in fertigem Zustande durch vulkanische Gesteine mitgerissen worden«. Doch lässt sich für diese Annahme kein positiver Beweis erbringen. Es ist nicht ohne Interesse, dass in der ganzen synthetischen Literatur, soweit sie mir zugänglich war, nirgends die Vermuthung ausgesprochen wird, es entstehe der Korund in Laven auf dem einfachsten und natürlichsten Wege, das heisst als Abscheidung aus dem entsprechend zusammengesetzten Magma. Dass dieses möglich ist, soll im Folgenden gezeigt werden.

Im Verlaufe meiner synthetischen Versuche, welche ich in der Glashütte Targówek bei Warschau*) während dreier Jahre anstellte, habe ich sehr zahlreiche Schmelzen von verschiedenen Magmazusammensetzungen erhalten. Diese Schmelzen, von denen einige bis zu 100 Pfund schwere Massen darstellen und recht gut krystallisirt sind, werden gegenwärtig einer genaueren chemischen und mikroskopischen Untersuchung unterzogen, deren Resultate demnächst mitgetheilt werden dürften. An diesem Orte soll nur eine kurze Mittheilung über bereits gewonnene Ergebnisse meiner Studien über die chemische Zusammensetzung und Krystallisationsbedingungen des künstlichen Korundes und Spinells gemacht wnrden.

Bei einigen der oben erwähnten Versuche wurden die Wände der Chamottetiegel zum Theil von der schmelzenden Magmamischung angegriffen und letztere mit der Thonsubstanz dieser Wände zu einer homogenen Masse verschmolzen. In solchen Schmelzen schied sich Korund resp. Spinell in reichlicher Menge aus.

Korund.

Bisher wurden von mir nur zwei von den vielen korundhaltigen Schmelzen chemisch untersucht. Das Resultat der Analysen ergab:

	1.	1a.	2.	2a.
Korund	14,45	—	10,05	—
SiO_2	37,24	37,24	39,40	39,40
Al_2O_3	29,29	43,74	29,70	39,75
Fe_2O_3	2,91	2,91	2,20	2,20
CaO	4,10	4,10	5,60	5,60
MgO	0,54	0,54	0,83	0,83
K_2O	5,04	5,04	3,94	3,94
Na_2O	6,93	6,93	7,60	7,60
	100,50	100,50	99,32	99,32

*) Vergl. Petrographisch-synth. Mittheilungen im Neuen Jahrb. f. Miner. 1893, 2. Daselbst sind die näheren Bedingungen der Versuche mitgetheilt.

1. Zusammensetzung der ersten Schmelze, in der 14,45 % Korund gefunden wurde; 1a. Magma, aus welchem dieser Korund ausgeschieden wurde; 2. zweite Schmelze; 2a. das entsprechende Magma.

Die erste Schmelze ist dunkelgrau und sehr gut krystallisirt. Schon mit blossem Auge erkennt man in einer dichten Grundmasse 1—1,5 mm breite, stark glänzende Korundtafeln. Unter dem Mikroskope lassen sich lange Plagioklasleisten, verzerrte Nephelinprismen und spärlich vorhandener Olivin in verschiedenartigen Wachsthumsformen unterscheiden, dann Magnetit nebst einer kleinen Menge durchsichtiger Glasbasis. Die zweite Schmelze ist heller als die erste und mehr glasig. Sowohl Korund, als auch die anderen Bestandtheile sind nur unter dem Mikroskope wahrnehmbar (Feldspath, Nephelin, Magnetit, Olivin und vielleicht Augitmikrolithe). Die Glasbasis ist viel reichlicher als im ersten Falle vorhanden.

Die Isolirung des Korundes aus beiden Schmelzen geschah mittelst Fluorwasserstoff und Schwefelsäure. Das auf diese Weise vollkommen rein abgeschiedene Pulver stellt ein Gemenge von silberweissen bis gelblichen, stark glänzenden Kryställchen zweifacher Art dar: einerseits sind es breite hexagonale Täfelchen mit sehr entwickelter Basis und untergeordneter Pyramide, andererseits dicke wohlausgebildete Pyramiden ohne Basis und mit untergeordnetem Prisma. Die grössten dieser Tafeln geben ein schwarzes Interferenzkreuz und sind optisch negativ. Sie sind meist in der Contactzone der Schmelzmasse mit den Tiegelwänden angereichert, wogegen die Kryställchen der zweiten Art mehr in der Schmelze selbst zur Entwickelung gelangt sind.

Das mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzene Pulver des isolirten Korundes löst sich in kaltem Wasser vollständig klar auf. Ammoniak fällt daraus Thonerdehydrat, welches nach dem Glühen 99,5 resp. 99,8 % reines Aluminiumoxyd ergiebt. Die Kryställchen ritzen leicht Glas, aber auch Topas. Das specifische Gewicht wurde an 3 g Substanz vermittelst des Pyknometers gleich 4,012 bei 22° C. gefunden.

Aus dem Obengesagten ergiebt sich, dass der Korund sehr leicht und ohne Einfluss jeglicher Krystallisationsförderer (agents minéralisateurs) aus Silicatschmelzen, die mit Aluminiumoxyd übersättigt und alkalireich sind, krystallisirt. Man kann zugleich annehmen (vergl. die Analysen), dass der ganze 30 % übersteigende Ueberschuss an Aluminiumoxyd aus solchen Magmen als Korund herausfallen muss, während bei einer Sättigung von unter 30 % die Thonerde zum Aufbau der Alumosilicate verbraucht wird. Dieser Satz gilt allerdings nur dann, wenn im Magma keine oder nur eine geringe Menge von Magnesia vorhanden ist; im entgegengesetzten Falle entsteht, wie wir gleich sehen werden, an Stelle des Korundes Spinell.

Spinell.

Zwei andere untersuchte Schmelzmassen enthielten Spinellkrystalle. Die Analyse ergab:

	1.	2.
Spinell	7,21	6,78
SiO_2	37,79	45,14
Al_2O_3	31,17	24,44
Fe_2O_3	3,17	2,88
CaO	5,62	6,63
MgO	7,80	6,01
K_2O	1,83	2,22
Na_2O	5,12	5,77
	99,71	99,97

	1a.	2a.
Al_2O_3	65,83	62,00
Fe_2O_3	8,16	12,00
MgO	26,89	26,56
	100,88	100,56
	$\left\{\begin{matrix} 12MgAl_2O_4 \\ MgFe_2O_4 \end{matrix}\right\}$	$\left\{\begin{matrix} 8MgAl_2O_4 \\ MgFe_2O_4 \end{matrix}\right\}$

1. und 2. Analysen der Schmelzen; 1a. und 2a. Zusammensetzung der aus ihnen isolirten Spinelle. Die Formeln sind annähernd berechnet. Die erste Schmelze ist gelblichbraun, steinig und dicht krystallinisch. Unter dem Mikroskope enthält sie ausser Spinell recht viele gut ausgebildete, rectanguläre Plagioklasleisten, welche der optischen Orientirung gemäss in die Labrador- oder Bytownitreihe gehören, dann reichlichen Olivin in Kryställchen und Wachsthumsformen, endlich spärliche, ganz mit Globuliten und Augitmikrolithen (?) angefüllte Glasbasis. Schmelzmasse 2. besteht ausschliesslich aus einem gelblichbraunen Glase und darin suspendirten prächtig ringsum ausgebildeten Spinelloktaëdern.

Die Isolirung der Spinelle wurde vermittelst Fluorwasserstoff und Schwefelsäure bewerkstelligt. Die Krystalle sind isotrope, rundum ausgebildete Oktaëder oder Spinellzwillinge. In Schmelze 1. ist der grösste Theil derselben abgerundet und zu dichten Haufen aggregirt. Das isolirte Krystallpulver ist grünlichgelb mit Seidenglanz, im durchfallenden Lichte mehr braungelb. Die Spinelle lösen sich vollkommen in schmelzendem Kaliumbisulfat. Da die Menge des isolirten Materials 1 g nicht überstieg, so konnte ich die, wahrscheinlich sehr geringe, Menge des Eisenoxyduls nicht bestimmen. Die oben angeführten Spinellformeln sind in der Voraussetzung berechnet, dass die ganze Quantität des *Fe* als Fe_2O_3 vorhanden ist. Eine Farbenänderung des Pulvers bei stärkstem und anhaltendem Glühen ist nicht zu bemerken. Unter dieser Voraussetzung können die künstlichen Spinelle dem Chlorospinell G. Rose's*) zugezählt werden, wobei 1a. nahe mit dem uralischen übereinstimmt. Das Spinellpulver ritzt leicht Quarz-

*) Vergl. Rammelsberg, Mineralchemie, S. 138.

krystalle. Das Volumgewicht (1a.), an einer Quantität von 0,5 g bestimmt, betrug 3,45 bei 19°,2 C.

Die Analysen lehren, dass Spinellbildung im Silicatmagma durch Uebersättigung mit Thonerde bei gleichzeitigem Magnesiareichthum bedingt wird. Auch hier ist der Spinellbildung eine gewisse Grenze durch den Thonerdegehalt gesetzt, welche nicht gern überschritten wird, wenn dieselbe auch nicht so leicht festzustellen ist, wie bei der Korundbildung, wo sie recht scharf markirt erscheint. So bildeten sich in Schmelze 1. nur 7,21 % Spinell, obwohl im zurückbleibenden Magma noch genug Elemente zur Spinellbildung vorhanden waren (31,79 % Al_2O_3 und 7,8 % MgO). Trotzdem ist aber dieses Magma weiter in ein Gemenge thonerdereicher Alumosilicate (basischer Plagioklas) und Olivin zerfallen. In der Schmelze 2. betrug die Menge der Thonerde des Magma nach der Spinellbildung nur 21 %; dieses Magma krystallisirt aber offenbar nicht leicht, da es als reines Glas erstarrte, obschon beide Schmelzen unter ganz gleichen Bedingungen bei einer allmählich sinkenden Temperatur drei Wochen lang erhalten wurden.

Wenn man die Ergebnisse der bisher gewonnenen Kenntnisse zusammenfasst, so lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1. Korund und Spinell können sich aus echten Silicatschmelzen ohne Einwirkung der »agents minéralisateurs« bilden.

2. Die Krystallisation beider Mineralien erfolgt aus einem Magma, welches beträchtlich mit Thonerde übersättigt resp. Magnesia-haltig ist, nach derselben Regel, wie sie ganz allgemein für die Ausscheidung der porphyrischen und sonstigen Gesteinsgemengtheile im Magma bereits früher von Prof. Lagorio*) aufgestellt worden ist.

3. Aus der bisherigen Untersuchung der Schmelzen scheint es zu folgen, dass für Korund- resp. Spinellbildung diese Uebersättigung beginnt, wenn der Thonerdegehalt über 30 % steigt.

II. Pyrogener Korund, dessen Verbreitung und Herkunft.

Von

A. Lagorio.

Der Korund gilt bis heute für einen »exotischen« allotigenen Gemengtheil in den Eruptivgesteinen. Wo er in solchen erscheint, wird seine Gegenwart dadurch erklärt, dass er aus der Tiefe in fertigem Zustande mitgerissen sein soll, obgleich eine solche Annahme wegen der meist mikroskopischen Dimensionen und auch wegen des ganzen Habitus seiner Ausbildung wenig wahrscheinlich, ja unstatthaft erscheint. Die Hauptsache ist

*) Ueber die Natur der Glasbasis etc. Tschermak's miner. Mitth. 1887, 515.

aber, dass diese Annahme durchaus weder seine Entstehung und sein Erscheinen, noch auch die letzteres begleitenden Umstände erklärt, sondern die Fragen darnach nur weiter zurückverlegt. Man hat auch in einigen Fällen davon Abstand und seine Zuflucht zu der Wirksamkeit der »agents minéralisateurs« genommen, die gegenwärtig überall da aushelfen müssen, wo man noch nicht so weit gediehen ist, einen genetischen Process Schritt für Schritt darzulegen, oder wo die Entstehung eines Minerals noch vollständig in Dunkel gehüllt ist. Es ist eben in vielen Fällen ein Beruhigungswort und meist mit keiner durchaus nothwendigen, ganz klaren Vorstellungsweise verbunden. Gewöhnlich wird aus dem Zusammenvorkommen von fluor- und borhaltigen Verbindungen mit anderen, davon ganz freien Mineralien geschlossen, dass dieselben, wenn sie auch anderwärts notorisch ohne die ersteren auftreten, ihre Entstehung der Thätigkeit der »agents minéralisateurs« verdanken. In dieser Weise wird das Erscheinen des Korund, Cordierit, Spinell, Andalusit, zum Theil der Hornblende, des Zoisit, Epidot etc. erklärt. Zweck dieser Ausführungen soll es nun sein, vor der allzugrossen Verallgemeinerung dieses Princips zu warnen und darauf hinzuweisen, dass es in vielen Fällen schon heute möglich ist, eine viel einfachere, deshalb auch natürlichere Darlegung des Bildungsganges, besonders der wasserstofffreien Verbindungen dieser Kategorie speciell im eruptiven Magma, zu unternehmen. Es soll dabei insbesondere auf die gelungene Darstellung des Korund und Spinell aus dem Schmelzflusse, wie sie unter I. von Morozewicz mitgetheilt wird, Bezug genommen werden. Die experimentelle Darstellung giebt uns eine ungezwungene und natürliche Erklärung des Erscheinens sowohl des Korunds und Spinells, als auch des Cordierits*) in Eruptivgesteinen und besonders in Contacten. Der Korund ist

*) Es wäre zu wünschen, dass der Weg des quantitativen Experimentes, wobei nicht nur die qualitativen physikalischen und chemischen Bedingungen, sondern auch die genauen quantitativen, insbesondere chemischen Verhältnisse sowohl der Matrix, als auch des resultirenden Minerals festgestellt werden, häufiger betreten würde. Unter allen Wegen der Mineralsynthese ist aber heute derjenige der Darstellung aus dem Schmelzflusse unter Einhaltung der in der Natur herrschenden Bedingungen verhältnissmässig der leichteste, in Folge dessen auch der ergiebigste; er ist auch mit der wichtigste, weil er die Entstehungsgeschichte der verbreitetsten Mineralien, wie wir sie in paragenetischer Vergesellschaftung in den Eruptivgesteinen kennen, klarzulegen vermag. Dem Experiment gehört in diesen Fragen doch das entscheidende, abschliessende Wort. Auch können uns diese genauen Kenntnisse über die Bedingungen bei der Genesis die werthvollsten Aufschlüsse über den Verlauf späterer Zerstörungs- und Umwandlungserscheinungen der betreffenden Mineralien, also die Epigenesis geben (unter hohem Druck gebildete Mineralien zersetzen sich schwerer, als bei gewöhnlichem Drucke entstandene: Orthoklas und Sanidin; rasch gekühlte und geglühte wandeln sich leichter und auch anders um wie langsam gekühlte und geglühte: daher wahrscheinlich der Reichthum an secundären Mineralien in den Contactzonen, die leichtere Zersetzbarkeit der rein vulkanischen gegenüber den plutonischen Gesteinen).

vielerorts, wenn auch überall spärlich gefunden worden, was durch die besonderen für seine Entstehung aus dem Schmelzflusse nothwendigen chemischen Bedingungen zur Genüge erklärt wird. Abgesehen von den krystallinen Schiefern und Kalksteinen resp. Dolomiten wird er, so viel mir bekannt, in folgenden Gesteinen angeführt. Es sollen hier nur diejenigen Fundstätten aufgezählt werden, für welche der Korund mit Hülfe neuerer sicherer Untersuchungsmethoden nachgewiesen worden ist.

In den Auswürflingen und Sanidiniteinschlüssen des Laacher Sees wird er schon von H. v. Dechen*) erwähnt. Gerhard vom Rath**), J. Lehmann***), Th. Wolf†), Hussak††), C. Dittmar†††), Pohlig§), v. Lasaulx§§), in neuester Zeit W. Bruhns§§§), K. Vogelsang†*), Dannenberg†**) beschreiben das Auftreten des Korundes mit seinen gewöhnlichen Begleitern Cordierit, Spinell, Sillimanit, Rutil, auch Andalusit in Auswürflingen, Einschlüssen, Andesiten, Trachyten, Basalten und Tuffen des Siebengebirges und der Eifel. Blauer Sapphir wird speciell angeführt in den Basalten des Siebengebirges, und zwar vom Jungfernberg, Papelsberg, Bierenberg, Oelberg (hier auch Rubin†***) mit Smaragd, auch in Trachyttuffen, Finkenberg, Unkeler Steinbruch, Calvarienberg bei Fulda§*); in für die pyrogenen Korunde charakteristischen nach der Basisfläche tafelförmigen Formen aus den einschlussartigen Massen im Andesit des Bocksberges und am Rengersfeld, Eifel §**). Weiter kommt Korund in den Basalttuffen von Le Croustet, Haute-Loire, und in Pyroxenandesit von Expailly, ebendaselbst, vor§***). Liversidge erwähnt ihn im Basalt von Bald Hill, Grafschaft Wellington in New South Wales. In den einschlussartigen Massen im Amphibolandesit der Wolkenburg tritt er nach Vogelsang††*) reichlich auf, in derselben Weise nach Schafarzik††**) im gleichen Gesteine von Deva (Donautrachytgruppe). Ferner im Basaltsande

*) Laacher See, 1864, 86.
**) Pogg. Ann. 1868, 135, 579.
***) Verh. d. d. naturh. Ver. Bonn 1874, 9 und 10.
†) Zeitschr. d. geol. Ges. 1867, 643.
††) Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 1883, I, 87, 353—360.
†††) Verh. d. naturh. Ver. Bonn 1887, 508.
§) ibid. 1888, 92—94.
§§) Diese Zeitschr. 1885, 10, 349.
§§§) ibid. 1890, 17, 554.
†*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1890, 42, 1—57.
†**) Mineral. u. petrogr. Mitth. 1894, 14, 17—84.
†***) Pohlig, Verhandl. des naturh. Ver. pr. Rheinl. u. Westf. 8. Juni 1894.
§*) Sandberger, N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1890, 1, 101.
§**) C. Vogelsang, l. c. S. 25 ff.
§***) A. Lacroix, Les enclaves des roches volcaniques. Macon 1893, 88 et 107.
††*) Vogelsang, l. c. S. 25.
††**) Földtani Köslöny 1889, 19, 447.

von Pezzoulian, Haute-Loire, und im Nephelinit von Puy de St. Sandaux *). Ein sehr instructives Vorkommen ist dasjenige in dem Kersantit von Michaelstein, welches eingehend von Koch**) geschildert wurde. Diesem ähnlich scheint das von Osann***) geschilderte Auftreten in den andesitischen Gesteinen des westlichen Zuges des Cabo de Gata (Rambla del Esparto im Glimmer-Andesit) zu sein. Ferner sind noch Korunde in Contacten zu verzeichnen: vom Monte Aviólo, Adamellogruppe, ausführlich von Salomon†) geschildert (Tonalit); von Klausen in Tirol, beschrieben von Teller und John††) (Diorit) und das ähnliche von Williams†††) untersuchte Vorkommen in den Gabbros und Dioriten der Cortland Series, New York.

Ob die Vorkommnisse von Mühldorf bei Spitz und Felling in Niederösterreich §), Sörgsdorf und Wildschütz in Schlesien §§), Frankenstein im Odenwald §§§), Bull Mountains in Virginia †*) und Ronsdorf in Böhmen †**) hierher gehören, ist schwer zu entscheiden. Sie scheinen eher in eine andere Kategorie zu gehören, sowie die sämmtlichen im Gebiete der krystallinen Schiefer verbreiteten, zahlreichen Fundorte.

Was nun die Vergesellschaftung des Korundes mit anderen Mineralien bei seinem Vorkommen in unzweifelhaft geflossenen Gesteinen oder Medien anbetrifft, so lassen sich zwei Hauptarten desselben unterscheiden und zwar 1) der Korund wird von Spinell, Rutil, Ilmenit, Sillimanit, auch Cordierit etc. begleitet, mit Ausschluss des Andalusit (Turmalin etc.), oder er erscheint 2) mit letzterem zusammen. Manchmal, wenn auch nicht häufig, findet man ihn nur mit Rutil (Sagenit) oder Spinell †***) allein vergesellschaftet, ebenso mit Glimmer, Granat, Quarz, Apatit, Zirkon, Cordierit, aber ohne Sillimanit, häufig dient trikliner Feldspath als Matrix oder als allgemeiner Untergrund für Korund und die begleitenden Mineralien, selten Glasbasis. Die Ausbildungsform der pyrogenen, in der Natur gefundenen Korunde ist eine typische: sie haben meist einen tafelförmigen Habitus durch die Entwickelung der Basis, meist sehr dünne Lamellen bildend, dann auch fast isometrisch durch Grössenzunahme der Rhomboëderflächen

*) Lacroix, l. c. 88.

**) Max Koch, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1886, 44 ff.

***) A. Osann, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1891, 43, 323—345.

†) W. Salomon, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1890, 42, 450—556.

††) Jahrb. geol. Reichsanst. 1882, 22, 589.

†††) G. H. Williams, Amer. Journ. Sc. 1887, 33, 185; vgl. auch Rosenbusch, Phys. d. Gest. 1887, 128.

§) A. Wichmann, Verh. geol. Reichsanst. Wien 1884, 150.

§§) v. Camerlander, Verh. geol. Reichsanst. Wien 1886, 356.

§§§) Andreae und König, Abh. Senkenb. naturf. Ges. 1888, 62.

†*) Genth, Amer. Journ. Sc. 1890, 39, 47.

†**) E. Kalkowsky, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1881, 33, 535—539.

†***) Max Koch, l. c. Taf. 3, Fig. 2.

erscheinend. Die bekannt gewordenen Beschreibungen ihrer Formen von Salomon, Vogelsang, Osann, Koch kann ich nur durch Autopsie an den mir zugänglich gewesenen Vorkommnissen aus der Eifel und dem Siebengebirge bestätigen. Damit stimmt auch vollständig der Habitus der von Morozewicz künstlich dargestellten und im vorigen Artikel beschriebenen Korunde überein.

Betrachten wir nun noch schliesslich die wenigen chemischen Analysen der Korund-haltigen Einschlüsse und Bestandmassen, so tritt uns sofort eine höchst auffallende Thatsache entgegen. Es sei hier gestattet, die mir bekannt gewordenen entsprechenden Analysen anzuführen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	36,21	44,62	44,66	42,80	44,43
TiO_2	3,10	2,04	—	—	—
Al_2O_3	47,43	33,33	31,14	31,30	31,21
Fe_2O_3	} 2,58	7,32	} 13,73	} 13,68	} 13,26
FeO		5,45			
MgO	3,23	5,46	2,68	2,93	3,98
CaO	0,19	0,12	1,49	1,30	—
MnO	—	Spur	—	—	—
K_2O	2,74	0,68	4,60	4,65	2,79
Na_2O	4,12	0,53	0,70	0,86	1,08
Glühverlust	1,12	1,47	2,18	2,62	3,65
	100,72	101,02	101,36	100,14	100,40

I. Einschluss im Andesit des Bocksberges. Vogelsang, l. c. S. 36. Sillimanit, Korund, Spinell, Plagioklas, Glasbasis, Rutil (Andalusit tritt zurück), Biotit.

II. Cordierit-Contactfels. Salomon, Monte Aviolo, l. c. S. 502. Andalusitreich, feldspathfrei, biotitarm.

III. und IV. Knollen innerhalb der Bändergneisse; Contact mit Quarzglimmerdiorit von Seeben (Klausen, Süd-Tirol). Teller und John, l. c. Spinell, Ilmenit, Rutil, Brookit, Korund, Zirkon (Andalusit?).

V. Contact zwischen Gneiss und Diorit. Seebenkamm am Fahrwege nach Pardell. Anal. von Rosenbusch, Neues Jahrb. f. Min. 1883, 2, Ref. S. 202. Pleonast, Ilmenit, Korund, Biotit, Turmalin, Eisenglanz, trikliner Feldspath.

In allen diesen Analysen fällt beim ersten Blick der hohe 30 % übersteigende Gehalt an Al_2O_3 auf. Einen solchen Gehalt hat kein einziges Eruptivgestein aufzuweisen; sogar sedimendäre Thone und metamorphe Thonschiefergesteine ergeben einen niedrigeren Gehalt, der im Allgemeinen zwischen 12—25 % Al_2O_3 bei Phylliten und Thonschiefern und ebenso in den Thonen schwankt. Nur ein Vorkommniss mit einem Gehalte von

34,74 % Al_2O_3 (Thonschiefer von Grube Pferd bei Siegen) wird von Bischof*) angeführt. Es sind ausschliesslich Kaoline, der Paragonitschiefer (35,90 % Al_2O_3 P. v. Airolo, Schafhäutl), einige Andalusit- und Cordieritgesteine, in denen der Procentgehalt von 30 überstiegen wird. Der Korund scheidet sich aber erst dann aus der Lösung (Schmelze), wenn diese Sättigung mit Thonerde erreicht ist. Weil nun solche Gesteine oder Mineralaggregationen selten sind, so ist die geringe Verbreitung des Korundes in den Eruptivgesteinen selbstverständlich. Aehnlich verhält es sich mit dem Spinell. Seine Bildung aus Schmelzfluss wird durch ein Al_2O_3- und MgO-reiches Medium bedingt. Wo ein grosser Ueberschuss an Al_2O_3 gegenüber der MgO sich findet, nur dort können sich successive beide Mineralien und zwar zuerst Korund und dann Spinell bilden, anderenfalls entsteht nur Spinell. Es ist deshalb verständlich, weshalb in den Eifeler und Siebengebirgischen Trachyten und Andesiten die Korundeinschlüsse mit einem Hofe von Spinell an der Grenze gegen das Gesteinsmagma umgeben werden. Es bleibt noch die Frage zu erörtern, ob es möglich sei, dass mikroskopische Korunde sich im geschmolzenen Gesteine erhalten haben, ob sie, gesetzt sie seien aus der Tiefe mitgerissen, unter diesen Umständen existenzfähig waren. Um dieser Frage näher zu treten, wurden von mir folgende Versuche über die Lösungsfähigkeit des Korundes und anderer Mineralien angestellt.

1. Trachyt vom Oelberg, Siebengebirge (17,20 % Al_2O_3), geschmolzen, dann bei Weissgluth in die Schmelze ein Korundkrystall aus dem Ural von 1 cm Länge und 0,5 cm Dicke eingetragen. Die Schmelzmasse zwei Tage bei Weissgluth erhalten.

2. In dieselbe Masse ein Stück dichten Smirgels von Naxos eingetragen und ebenso verfahren.

3. Ebenso Andalusit.

4. Ebenso Cyanit.

5. Statt Trachyt wurde Andesitpechstein von Karadagh, Krym**) (18,08 % Al_2O_3) geschmolzen und eingetragen und wie oben behandelt: a) Korund, b) Smirgel, c) Andalusit, d) Disthen, e) Kaolin, f) Pyrophyllit, g) Quarz (erbsengross).

6. Glas von der Zusammensetzung $Na_2O.2SiO_2 + K_2O.2SiO_2$ wurde geschmolzen und dann eingetragen: a) Korund, b) Andalusit, c) Disthen.

7. Andesitglas aus drei Theilen Andesin ($AbAn$) + 1 Theil Augit (Frascati) geschmolzen und ein haselnussgrosser Leucit vom Vesuv eingetragen. Einen Tag bei Hellrothgluth.

8. Leucitglas aus 9 Leucit + 1 Augit geschmolzen und ein gleicher Leucit eingetragen und wie unter 7. behandelt.

*) Lehrbuch der chem. u. phys. Geologie, 1. Aufl. 2, 991.

**) Lagorio, Min. u. petrogr. Mitth. 1887, 8, 473, Anal. 55.

Die Resultate dieser Experimente sind folgende:

1. Der Korundkrystall war nicht vollständig aufgelöst worden, aber ungefähr bis zur Hälfte seines Volumens abgeschmolzen, die Begrenzung nicht mehr scharfkantig, sondern abgerundet. Offenbar wäre die ganze Substanz resorbirt worden, wenn die Schmelze noch längere Zeit bei der hohen Temperatur erhalten worden wäre.

2. Der Smirgel ist noch mehr angegriffen worden. Die geschmolzene Masse ist in die Zwischenräume der einzelnen Körner eingedrungen und hat nur das Innere des unregelmässig geformten Stückes fast intact gelassen. Die Resorbtion wird offenbar durch das in den Interstitien der Korundkörner (frisch) verbreitete Eisenoxyd und Magneteisen unterstützt, weil diese mit dem Magma leicht verschmelzen und dadurch eine grössere Angriffsfläche geboten wird.

3. Andalusit wird schwächer angegriffen als Korund, aber ist ebenfalls merklich abgerundet und angeschmolzen.

4. Disthen ist wenig angegriffen, dafür aber in ein Aggregat weisser, parallelfaseriger, gerade auslöschender Nadeln — Sillimanit*) — umgewandelt. Diese liegen parallel der Hauptlängenentwickelungsrichtung der Disthenkrystalle, also parallel der Zone $M(100):T(010)$.

5a), b), c) und d) ergaben dieselben Resultate, nur war die Wirkung weniger intensiv.

5e) und f) Kaolin und Pyrophyllit waren fast vollständig resorbirt, letzterer mehr als der erstere.

5g) Quarz war vollständig verschmolzen und nur ein helleres Glas nahm seine frühere Stelle ein.

6a), b), c). In diesem Falle war Korund, wie auch Smirgel fast vollkommen gelöst, sowie auch Andalusit und Cyanit bis auf einen geringen Rest, wobei der Cyanit sich am widerstandsfähigsten erweist, dabei aber in Sillimanit umgewandelt wird. Je basischer das Glas, desto energischer wirkt es, wobei jedoch reines Kali-Natrongemisch ($Na_2CO_3 + K_2CO_3$) ohne SiO_2 unwirksam bleibt. Die Mineralien wurden in vorher aus SiO_2 und kohlensauren Alkalien bereitetes, vollständig verschmolzenes, abgekühltes und wieder geschmolzenes Glas eingetragen. Fügt man, während die genannten Mineralien sich bereits darin befinden, bei hoher Temperatur der Schmelze von dem Gemisch der kohlensauren Alkalien etwas hinzu, so wird die Lösung derselben merklich befördert.

8. Der Leucitkrystall wurde vollständig resorbirt.

9. Derselbe ist wenig angegriffen und hat seine scharfen Conturen beibehalten. Wird die Temperatur bis zur hellen Weissgluth gesteigert, so beginnt eine merkliche Auflösung. Ausserhalb des Lösungsmittels schmilzt

---

*) Vergl. M. W. Vernadsky, Bull. soc. franç. de Minér. 1890, **13**, 257.

ein gleicher Krystall unter gleichen Temperaturverhältnissen nicht (wenn Na_2O-frei!).

Diese Versuche lehren, dass die unschmelzbaren Mineralien von einem entsprechenden Magma aufgelöst werden. Dieser Schluss wäre als trivial zu bezeichnen, wenn nicht bis auf den heutigen Tag die beiden Begriffe »Schmelzbarkeit« und »Auflöslichkeit« stets verwechselt würden. Die Mineralien Korund, Andalusit, Cyanit gelten mit Recht für unschmelzbar, aber unlöslich sind sie nicht. Trotzdem vindiciren alle weiter oben citirten Forscher, die sich mit der Untersuchung des Korundes in den Eruptivgesteinen beschäftigt haben, wie Koch, Vogelsang, Salomon und Andere, ihm eine Präexistenz, ein Mitgerissensein aus der Tiefe. Für den Cordierit wird die Entstehung aus dem Magma durch Umschmelzung und Ausscheidung aus demselben gezwungenermassen zugestanden*), namentlich nachdem Zirkel**) und Andere ihn unter Verhältnissen nachgewiesen haben, die eine andere Entstehung ausschliessen. An den Korund wagt man sich nicht, obgleich alle sowohl bei Koch***), wie auch bei Vogelsang†) und anderen angeführten Verhältnissen seines Auftretens auf *die* Ausscheidung aus der Schmelze hindeuten und eine solche Entstehung erfordern. Dass diese beiden Begriffe einer steten Verwechselung unterliegen, dafür mag der Ausspruch eines so erfahrenen Experimentators, wie Lacroix††) aus seinem jüngst erschienenen verdienstvollen Buche »Les enclaves des roches volcaniques, Macon 1893« angeführt werden: »Parmi les éléments des roches que l'on observe en enclaves, il en est un certain nombre qui sont infusibles par eux-mêmes. Tels sont: le zircon, le corindon, la diaspore, la sillimanite, l'andalousite, le rutile; ils sont toujours intacts et se chargent seulement parfois d'inclusions vitreuses; ils constituent le résidu ultime des enclaves fondues et resorbées.« Der unschmelzbare Rutil kann ebenso gelöst werden und auch wieder ausgeschieden; davon kann man sich überzeugen, wenn man ein Stück Thonschiefer mit Rutilnädelchen frittet oder zum Schmelzen bringt, auch erhellt die Wiederausscheidung aus den bei Doss†††) geschilderten Verhältnissen. Ueber die

*) G. A. F. Molengraaff, Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1894, **1**, 94; auch Osann, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1891, **43**, 323—345. Es wäre wichtig, die Sättigungsstufe der Silicatschmelze mit Al_2O_3 und MgO festzustellen, welche für die Cordieritausscheidung nothwendig wäre. Seine Ausscheidung folgt wahrscheinlich unmittelbar derjenigen des Korundes und Spinells. Irgendwie beträchtlicher Gehalt an CaO und Alkalien dürfte seiner Bildung hinderlich sein.

) Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1891, **1, 109; vgl. auch Beyer, Osann etc.

***) l. c.

†) l. c. S. 32—47.

††) A. Lacroix, S. 568.

†††) Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1894, **2**, 147; vergl. auch Vogelsang, l. c. S. 32—47.

Löslichkeit des Zirkons habe ich keine Erfahrungen gesammelt, aber die Thatsache, dass er aus Silicatmagmen entsteht (in Eruptivgesteinen) und die Schmelzbarkeit der Zirkonpyroxene zwingt zu dem Schlusse, dass die Zirkonerde auch in ihrer Verbindung mit SiO_2, als Zirkon, in der Silicatschmelze auflöslich ist. Dass Sillimanit unter der Einwirkung hoher Temperatur entstehen kann, ist mehrfach nachgewiesen worden*). Nur der Andalusit ist es, welcher seine Entstehung besonderen, in dem Eruptivmagma nicht vorhandenen Bedingungen zu verdanken scheint. Oben wurde bereits erwähnt, dass dieses Mineral zwar ein häufiger, doch nicht steter Begleiter des Korundes in den Einschlüssen ist.

Die Versuche lehren weiter, dass der Grad der corrodirenden Wirkung wesentlich von der chemischen Zusammensetzung der einwirkenden Schmelze abhängt, und zwar von der Sättigung mit der betreffenden Verbindung. Das Al_2O_3-freie Glas löst den Korund viel weniger schwierig wie das Trachyt- oder das Al_2O_3-reiche Andesitglas. Ein mit Thonerde gesättigtes Glas würde auch bei einer sehr hohen Temperatur den Korund, sogar amorphe Thonerde, intact lassen. Der Sättigungszustand hängt aber wesentlich auch von der Temperatur ab. Bei einer niedrigeren Temperatur tritt er im Allgemeinen früher ein. Ueberhaupt ist die Analogie mit den wässerigen und anderen Lösungen eine auffallende und vollständige, wie dieses von mir bereits früher des Weiteren ausgeführt worden ist**). Die Abhängigkeit von der Temperatur ist besonders instructiv am Leucit zu studiren. Es giebt Schmelzen (Leucittephritmagma), welche bei einer verhältnissmässig niedrigen Temperatur (Rothgluth) den fast unschmelzbaren Leucit auskrystallisiren lassen. Wird die Temperatur erniedrigt, so tritt eine so bedeutende Viscosität ein, dass die Masse fast starr erscheint und die Ausscheidung des Leucites aufhört. Erhöht man von der anderen Seite die Temperatur um ein Geringes, etwa zur hellen Roth- bis dunklen Weissgluth, so löst sich der bereits entstandene Leucit wieder im Verlaufe weniger Stunden auf. Der Temperaturspielraum für das Ausfallen der Verbindung ist demnach ein engbegrenzter. Diese besondere Empfindlichkeit des Leucits ist in der steigenden hohen Sättigungsfähigkeit der Silicatgläser mit Kali, sowie Thonerde mit steigender Temperatur begründet***). — Aus dem Gesagten folgt, dass nur grosse Krystalle von Korund, unter besonders günstigen Umständen, sich im Eruptivmagma erhalten könnten und auch nur theilweise. Diese Bedingungen wären: eine nicht zu hohe Temperatur, Stabilität, d. h. geringe Beweglichkeit und Viscosität der einschliessenden

---

*) M. W. Vernadsky, Bull. soc. franç. de Minér. 1890, 13, Nr. 7.

**) Min. u. petrogr. Mitth. 1887, 8, 499—529.

***) Eine ausführliche Schilderung der einschlägigen Versuche soll einer späteren Mittheilung vorbehalten werden.

Schmelze. Es könnte unter diesen Umständen um den Korund sich eine Zone von mit Al_2O_3 gesättigtem Glase herausbilden, die ihn dann vor weiterem Angriffe schützte. Mikroskopischer Korund ist nicht existenzfähig und kann sein Erscheinen nur durch magmatische Ausscheidung erklärt werden. Ist viel MgO in der Schmelze, so ist das ein hinderndes Moment für die Entstehung von Korund, denn in diesem Falle bildet sich, wie die Versuche von Morozewicz beweisen, Spinell. Diese Association von Korund und Spinell ist eine paragenetische, sich gegenseitig bedingende und der sicherste Hinweis auf gemeinsame Entstehung als Folge der bei sinkender Temperatur erfolgenden Ausfällung der Thonerde, welche aus einer, bei einer höheren, sehr thonerdereichen eingeschmolzenen Verbindung stammte. Solcher giebt es aber in der Natur nur wenige. Es sind Andalusit-, Cordierit- besonders aber kaolinisirte Gesteine, die hier in Betracht kommen könnten, denn nur diese erreichen den nothwendigen, hohen Gehalt an Al_2O_3 (über 30% nach Morozewicz). Für die pyrogene Entstehung des Korundes sind, wie aus den Versuchen ersichtlich, keine »Mineralisatoren« nöthig. Er bildet sich reichlich ohne deren Gegenwart. Der Korund wurde übrigens auch bereits früher ohne deren Mitwirkung dargestellt. Hautefeuille und Perrey*) erhielten ihn, indem sie Nephelinglas mit Al_2O_3 übersättigten; Albert Brun**) stellte Korund in »lamelles hexagonales applaties et rhomboëdres basés« zusammen mit Anorthit dar, indem er 40 SiO_2 + 37 CaO + 120 Al_2O_3 drei Stunden lang bei Weissgluth behandelte. Bis jetzt wird aber für die Entstehung des Korundes die Mithülfe der agents minéralisateurs, hauptsächlich auf Grund der classischen Synthesen von Frémy***) in Anspruch genommen. Es ist dieses ein Beweis dafür, wie hindernd für die weitere Erkenntniss es sein kann, Vorstellungen über wenig klare Vorgänge zu verallgemeinern und durch solche unbekannte Erscheinungen und Bildungen erklären zu wollen. Wie wenig präcis aber der Begriff der »Mineralisatoren« selbst ist, lässt sich leicht erweisen. Es sei daher gestattet, zur Klärung der Frage einige Worte über diesen Gegenstand hier noch beizufügen. Ursprünglich wurden von H. Sainte-Claire-Deville nur Gase als agents minéralisateurs herangezogen. Seitdem hat man aber den Kreis solcher Substanzen derart erweitert, dass es wohl keine Substanz, in welcher Krystallisationen sich bilden können, giebt, die nicht als »Mineralisator« bezeichnet wird. So finden wir bei Meunier in seinem den Gegenstand erschöpfenden Werke »Les méthodes de synthèse en Minéralogie. Paris 1891« unter den Mineralisatoren den Aether†), aus welchem Schwefel

*) Bull. soc. franç. de Minér. 1890, 13, 147—149.

**) Archives des sc. phys. et. nat. 25. Genève 1891.

***) Frémy et Feil, Compt. rend. 1877, 85, 1029, und Frémy, Synthèse des rubis. Paris 1891.

†) l. c. S. 134 ff.

krystallisirt, das Quecksilber, welches bei der Verdampfung darin gelöstes Gold krystallin ausscheidet; mit demselben Rechte kann man das Wasser für alle wasserlöslichen, daraus krystallisirbaren Substanzen als Mineralisator bezeichnen. Hier hat man es doch nur mit verschiedenartig gesättigten Lösungen, mit einem allgemein bekannten Vorgange zu thun, daher die Bezeichnung »Mineralisator« darauf angewandt nicht nur unnütz, sondern auch durchaus unberechtigt, denn statt zu erklären, verwirrt sie nur. Ebenso werden unter dieselbe Bezeichnung die verschiedenen anderen Lösungsmittel, wie kohlensaure Alkalien, Borax und Borsäure, Phosphorsalz, Chloralkalien, bei hoher Temperatur gestellt. Wenn weiterhin bei einfachen Zerfällungserscheinungen und Spaltungen, wie in dem weiter oben angeführten Falle der Bildung des Korundes und Anorthits durch Zusammenschmelzen von CaO, Al_2O_3 und SiO_2 von Brun*), dem SiO_2 die Rolle eines Mineralisators zugeschrieben wird, wobei nicht zu ersehen ist, weshalb es gerade die SiO_2 ist und nicht ebensogut der Kalk oder die Thonerde, so ist das ebenfalls durchaus unstatthaft und beweist nur, wie tiefe Wurzeln das Vorurtheil gefasst hat, der Korund könne ausschliesslich unter der Mitwirkung der »agents minéralisateurs« entstehen. Anders verhält es sich mit einer anderen Gruppe von Erscheinungen, die durch die verschiedenartigsten Stoffe hervorgerufen werden. Einige Stoffe, wie die Verbindungen der Wolframsäure, Vanadinsäure, des Titans, Fluors, Chlors u. a., veranlassen die Bildung und Krystallisation verschiedener Mineralien und Verbindungen, indem sie vorübergehend unbeständige Verbindungen eingehen, die dann durch Zerfall das betreffende krystallisirte Mineral entstehen lassen**). Oft genügt ein minimales Quantum eines solchen Stoffes, um grosse Mengen zu verwandeln, dabei nimmt die entsprechende Substanz keinen Antheil an der Zusammensetzung des krystallisirenden Endproductes. Solche Substanzen sind mit Recht als Mineralisatoren zu bezeichnen. Ausgeschlossen sind die Vorgänge, bei welchen dieser Stoff in die entstehende Verbindung selbst eintritt. Ein Beispiel wird dieses klar machen. Das Fluor kann dem Rutil, Zinnstein etc. gegenüber ein Mineralisator sein, dem Topas gegenüber aber ist es nicht als solcher zu bezeichnen, denn es ist einfach zum Aufbau des Topasmoleküls nothwendig, ebenso wenig wie die Borverbindungen gegenüber dem Axinit. Noch eine andere Gruppe von wichtigen Mineralisatoren giebt es: es sind indifferente Stoffe, meist Gase, die die krystalline Ausfällung einer Verbindung aus ihrer Lösung einleiten können, höchstwahrscheinlich durch Veränderung des Lösungsvermögens, zum Theil auf Verdrängung zurückführbar. Unter den physikalischen

---

*) l. c.

) Vergl. H. Ste.-Claire Deville, Compt. rend. **58, 161. — Hautefeuille et Perrey, Compt. rend. 1890, **110**, 1038. — Hautefeuille, Bull. soc. min. 1878

Agentien ist bis heute mit Sicherheit nur der Druck als mineralisirend zu bezeichnen; er vermag sowohl die Energie der Verbindungen, als auch die Affinität der Stoffe zu einander tiefgehend zu beeinflussen. Doch ist die Erforschung der Gesetzmässigkeit dieser Beeinflussung überhaupt noch zu wenig weit gediehen, um einer erspriesslichen Anwendung auf die complicirten chemischen Vorgänge in der Natur fähig zu sein, um den Verlauf der Processe Schritt für Schritt klarzulegen. Est ist nicht rathsam das Auftreten von Mineralien gänzlich unbekannter Entstehungsart auf die Einwirkung der agents minéralisateurs zurückzuführen, da eine solche Erklärungsweise statt klärend der weiteren Erforschung ihrer Bildungsweise hindernd entgegentritt, weil damit nur eine scheinbare Erklärung gegeben wird. So ist es auch nicht statthaft, das Erscheinen des Andalusites und Disthens auf diese Ursache zurückzuführen, weil einerseits das Experiment uns nur negative Resultate liefert, andererseits ihr Auftreten in der Natur zu rein hypothetischen Vermuthungen führt, durch Heranziehen aber der Mineralisatoren für das Verständniss der Entstehung dieser Mineralien durchaus nichts Klärendes gewonnen wird.

Der Zweck dieser Arbeit war, ausser der Darlegung der Verbreitung des pyrogenen Korundes und seiner Entstehungsweise, den Versuch zu machen, einen geringen Beitrag zur Präcisirung der sowohl für den Mineralogen als auch Petrographen so wichtigen Begriffe — Schmelzbarkeit, Löslichkeit und Mineralisatoren — zu liefern.

Warschau, mineralogisches Cabinet der Universität,
im October 1894.

XII. Auszüge.

1. L. Brugnatelli (in Rom): **Krystallographische Untersuchungen einiger Sulfonverbindungen. III. Reihe** (Giornale di Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **8**, 1). — Dargestellt von R. Otto und J. Tröger.

I. Thioanhydride der Benzolreihe.

1. Benzolthiosulfonsäurethioanhydrid, $(C_6H_5SO_2)_2S$.

Schmelzpunkt 133⁰—134⁰. Krystalle aus Essigäther.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,8292 : 1 : 2,8292; \quad \beta = 67^0\,8'^{*})$$

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {$\bar{1}$01}, {110}, {111}, {$\bar{1}$11}. Verlängert nach der b-Axe, selten tafelig nach {100}. Kleine, farblose, stark glänzende Krystalle. {110} fehlt zuweilen. {$\bar{1}$01} stets mangelhaft; ihr Symbol wurde aus dem Zonenverbande [100 : 001], [$\bar{1}$11 : 11$\bar{1}$] berechnet.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(100):(001)	= 67⁰ 8′	10	—
(001):(111)	= 63 20	7	—
(100):(111)	= 63 20	8	—
(100):(110)	= 69 0	4	69⁰ 1′
(100):(11$\bar{1}$)	= 77 28	5	77 32
(001):($\bar{1}$11)	= 77 33	6	77 32
(110):(111)	= 18 42	4	18 40
(110):(11$\bar{1}$)	= 20 33	4	20 28
(110):($\bar{1}$1$\bar{1}$)	= 51 23	1	51 15
(111):(11$\bar{1}$)	= 39 6	8	39 8
(111):($\bar{1}$11)	= 39 9	4	39 8
(111):($\bar{1}$1$\bar{1}$)	= 65 12	3	65 11
($\bar{1}$11):(11$\bar{1}$)	= 45 52	3	45 58

Spaltbarkeit nicht beobachtet, der Kleinheit der Krystalle wegen. Optische Axenebene (010).

*) Negri (Riv. di Crist. d. Panebianco **11**, 69) beweist, dass diese Substanz wahrscheinlich dem rhombischen Krystallsysteme angehört.

2. Benzolsulfothiosulfonsäurethioanhydrid, $(C_6H_5SO_2)_2S_2$.

Schmelzpunkt 76⁰—77⁰.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,74 : 1 : 2,27; \quad \beta = 61^0 30'$.

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {$\bar{1}$11}. Dünne, kleine Tafeln nach {100}. Farblos, durchsichtig oder weiss, undurchsichtig. Alle Flächen, ausser der von {100}, schlecht spiegelnd.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(100) =	61° 30′	4	—
(100):(11$\bar{1}$) =	69 14	4	—
(001):($\bar{1}$11) =	80 42	2	—
($\bar{1}$11):(11$\bar{1}$) =	63 45	2	62° 17′

Ebene der optischen Axen parallel {010}. Durch {100} eine Axe austretend. Starke Doppelbrechung.

3. Benzoldisulfothiosulfonsäurethioanhydrid, $(C_6H_5SO_2)_2S_3$.

Schmelzpunkt 101⁰—102⁰. Krystalle aus Essigäther und Chloroform.

Krystallsystem: Tetragonal, trapezoëdrisch-hemiëdrisch.

$a : c = 1 : 2,3834$.

Beobachtete Formen: {001}, {111}, {112}. Kleine, farblose, durchsichtige und stark glänzende Krystalle. Vorherrschend {112}, mit ebenen, selten gestreiften Flächen. {111} stark gestreift.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(112) =	59° 19′	12	—
(111):($\bar{1}$11) =	85 25	4	85° 22′
(111):(11$\bar{1}$) =	33 22	4	33 3
(111):(112) =	13 57	8	14 11
(112):($\bar{1}$12) =	74 58	7	74 54
(112):(11$\bar{2}$) =	61 22	4	61 22
(112):($\bar{1}$1$\bar{2}$) =	105 5	4	105 6
(1$\bar{1}$1):(112) =	81 41½	2	81 39

Der hemiëdrische Charakter ist nur an dem optischen Drehungsvermögen ersichtlich. Die beobachteten Krystalle waren rechtsdrehend. An einem Prisma (112):($\bar{1}\bar{1}$2) = 61° 19′ wurde gemessen $\omega = 1,7204$ und $\varepsilon = 1,7077$ (*Na*). Also optisch negativ.

II. Thioanhydride der Toluolreihe.

1. Toluolthiosulfonsäurethioanhydrid, $(C_7H_7SO_2)_2S$.

Schmelzpunkt 133⁰. Krystalle aus Essigäther.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 3,2212 : 1 : 2,8289; \quad \beta = 60^0 7'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {$\bar{1}$01}, {110}, {111}, {$\bar{1}$11}. Stets alle Formen vorhanden. {$\bar{1}$01} im Allgemeinen mangelhaft. Die tafeligen Krystalle bilden oft nur auf optischem Wege erkennbare Zwillinge nach {100}.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(100)	= 60° 7′	8	—
(100):(110)	= 70 18	7	—
(100):(111)	= 62 7	8	—
(110):($\bar{1}$10)	= 39 21	4	39° 24′
(100):(11$\bar{1}$)	= 81 56	5	81 41
(001):(111)	= 60 44	5	60 46
(001):($\bar{1}$11)	= 77 35	3	77 39
(110):(111)	= 19 40	4	19 34
(110):(11$\bar{1}$)	= 22 6	3	22 1
(110):($\bar{1}$1$\bar{1}$)	= 51 12	3	51 11
(111):($\bar{1}$1$\bar{1}$)	= 67 13	2	67 6
($\bar{1}$11):(11$\bar{1}$)	= 42 12	1	42 12½
(001):($\bar{1}$01)	= 53 15	1	53 33
(100):(10$\bar{1}$)	= 66 43	1	66 20
(110):(10$\bar{1}$)	= 82 8	1	82 13

Optische Axenebene parallel {010}. Durch {100} mit starker Neigung eine Axe austretend. Doppelbrechung stark.

2. Toluoldisulfothiosulfonsäurethioanhydrid, $(C_7H_7SO_2)_2S_3$.

Schmelzpunkt 180°—182°. Krystalle aus Essigäther und Chloroform.

Krystallsystem: Tetragonal (trapezoëdrisch-hemiëdrisch ?).

$a : c = 1 : 2,6905.$

Beobachtete Formen: {001}, {111}, {112}. Die Basis nur sehr selten und sehr klein. Vorherrschend {111}. {111} und {112} oft parallel [1$\bar{1}$0] gestreift.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(111):($\bar{1}\bar{1}$1)	= 150° 33′	7	—
(111):(11$\bar{1}$)	= 29 16	5	29° 27′
(111):(1$\bar{1}$1)	= 86 20	8	86 18
(111):($\bar{1}$1$\bar{1}$)	= 93 36	3	93 42
(112):($\bar{1}\bar{1}$2)	= 124 38½	2	124 33
(111):(112)	= 13 6	4	13 0

Optisches Drehungsvermögen, der kleinen Dimensionen der Krystalle wegen, nicht beobachtet. Der Verf. hält indessen die Krystalle für trapezoëdrisch-hemiëdrisch auf Grund der Aehnlichkeit mit der entsprechenden Benzolverbindung. Durch ein optisches Prisma (111):($\bar{1}\bar{1}$1) = 29° 24′ wurde gemessen: ω = 1,7064, ε = 1,6639 (*Na*). Also optischer Charakter negativ. Der Verf. macht auf die Aehnlichkeit der *c*-Axe bei allen diesen Verbindungen aufmerksam.

Ref.: G. Bartalini.

2. **L. Brugnatelli** (in Rom): **Ueber die Krystallform des Kalium-p-toluolthiosulfonat,** $C_7H_7SO_2SK + H_2O$ (Giornale di Min., Crist. e Petr. d. Sansoni 8,

54). Dargestellt von Otto und Tröger. Krystalle aus Wasser und aus verdünntem Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,8854 : 1 : 1,5436; \quad \beta = 60^0\, 8'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {110}, {021}, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}12\}$.

Aus Wasser erhaltene Krystalle sind zumeist prismatisch, seltener tafelig nach {001}, wobei $\{\bar{1}12\}$ fehlt oder gerundet erscheint. Krystalle aus verdünntem Alkohol sind tafelig nach {001}, $\{\bar{1}11\}$ fehlt. Die tafeligen Individuen sind sehr oft nach {001} verzwillingt.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(110)	= 66° 44′	20	—
(001):$(\bar{1}11)$	= 86 16	9	—
(110):$(1\bar{1}0)$	= 75 2	10	—
(001):(021)	= 69 30	2	69° 31′
(021):$(02\bar{1})$	= 40 48	1	40 58
(021):(110)	= 44 57	2	44 52
(021):$(\bar{1}10)$	= 64 16	1	64 23
(021):$(\bar{1}11)$	= 49 47	2	50 1
(110):$(\bar{1}11)$	= 94 47	8	94 54
$(\bar{1}10)$:$(\bar{1}11)$	= 27 0	8	27 0
$(\bar{1}10)$:$(\bar{1}\bar{1}1)$	= 85 9	8	85 6
$(\bar{1}11)$:$(\bar{1}\bar{1}1)$	= 83 2½	4	82 50
$(\bar{1}12)$:(001)	= 60 49½	2	60 44
$(\bar{1}12)$:$(\bar{1}11)$	= 25 25	1	25 32
$(\bar{1}12)$:$(\bar{1}\bar{1}2)$	= 70 35	1	70 39
$(\bar{1}12)$:$(\bar{1}10)$	= 52 29	1	52 32
$(\bar{1}11)$:(110)	= 49 30	1	49 32
$(11\bar{1})$:$(\bar{1}\bar{1}1)$	= 7 42	1	7 28

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach {001}. Farblos, sehr durchsichtig, Glasglanz. Ebene der optischen Axen parallel {010}. Erste Mittellinie im stumpfen Axenwinkel β. Durch die Spaltungsplatten tritt eine optische Axe aus. Starke, positive Doppelbrechung, $\varrho > v$. Diese Verbindung ist völlig isomorph mit der entsprechenden Natriumverbindung, obgleich die letztere $2H_2O$ enthält (Mats Weibull, diese Zeitschr. **15**, 254).

Ref.: G. Bartalini.

8. E. Artini (in Mailand): **Ueber die Krystallform und die optischen Eigenschaften des Methylacetanilid,** $C_6H_5.NC_2H_3OCH_3$ *) (Giornale di Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **8**, 159). — Dargestellt von G. Körner und R. Otto. Krystalle aus Methyl- und Aethylalkohol, sowie aus Essigäther.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,3957 : 1 : 0,8516.$$

Beobachtete Formen: {010}, {110}, {011}, {102}, letztere ist neu. Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind theils tafelig nach {010}, theils prismatisch nach [100]. Axenverhältniss aus allen Winkeln nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet.

*) Diese Verbindung wurde bereits von L. Duparc und A. Le Royer (Bull. Soc. Franç. de Minér. **14**, 55) untersucht; diese Zeitschr. **18**, 525.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(010):(110)$	$= 68^0 25'$	9	$68^0 25'$
$(110):(1\bar{1}0)$	$= 43 \quad 7$	3	$43 \quad 10$
$(011):(010)$	$= 49 \quad 35$	12	$94 \quad 35$
$(011):(0\bar{1}1)$	$= 80 \quad 50$	7	$80 \quad 50$
$(102):(10\bar{2})$	$= 85 \quad 50$	6	$85 \quad 48$
$(110):(011)$	$= 76 \quad 12$	10	$76 \quad 12$
$(110):(102)$	$= 47 \quad 2$	13	$47 \quad 4$
$(011):(102)$	$= 58 \quad 46$	9	$58 \quad 47$

Unvollkommene Spaltbarkeit nach $\{010\}$. Optische Axenebene $\{001\}$. Erste Mittellinie positiv und senkrecht zu $\{010\}$. Starke Doppelbrechung. Schwache Dispersion der optischen Axen, $\varrho < v$. An einem nach $\{010\}$ tafeligen Krystalle wurde gemessen $2E_a = 87^0 8'$ (Na) und in Sesamöl $(n = 1,4750\ Na)$ $2H_a = 55^0 31'$ (Na). Durch ein Prisma $[110 : \bar{1}10]$: $\beta = 1,5761$ (Na), $\gamma = 1,6467$ (Na); endlich durch ein Prisma $[010 : 0\bar{1}1]$: $\alpha = 1,5604$ (Na). Aus $2H_a$ und β berechnet sich $2V$ zu $51^0 41'$ und aus α, β, γ $2V$ zu $52^0 18'$.

Ref.: G. Bartalini.

4. E. Artini (in Mailand): **Ueber die Krystallform einiger neuer organischer Verbindungen. IV. Reihe** (Ebenda 238).

1. Paradibromcuminsäure, $C_6H_2.\underset{4}{C_3H_7}.\underset{5}{Br}.\underset{2}{Br}.\underset{1}{COOH}$.

Dargestellt von Fileti. Schmelzpunkt 149⁰. Krystalle aus Aetheralkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,2712 : 1 : 0,3653;\quad \beta = 83^0 34'.$$

Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{111\}$. Farblos, wasserhell, prismatisch nach $[001]$.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(100):(110)$	$= 51^0 38'$	10	—
$(100):(111)$	$= 69 \quad 19$	10	—
$(111):(1\bar{1}1)$	$= 37 \quad 27$	8	—
$(110):(\bar{1}10)$	$= 76 \quad 38$	1	$76^0 44'$
$(111):(010)$	$= 71 \quad 7$	2	$71 \quad 16\frac{1}{2}$
$(111):(001)$	$= 24 \quad 11$	2	$24 \quad 6$
$(111):(110)$	$= 61 \quad 48$	5	$61 \quad 54$
$(111):(\bar{1}10)$	$= 88 \quad 5$	3	$88 \quad 8$

Optische Axenebene (010). Eine Auslöschungsrichtung auf $\{010\}$ bildet mit c gegen a 38^0. Durch $\{100\}$, mit starker Neigung, eine optische Axe austretend.

2. Parapropenylparadibrombenzoësäure, $C_6H_2.\underset{4}{C_3H_5}.\underset{5}{Br}.\underset{2}{Br}.\underset{1}{COOH}$.

Dargestellt von Fileti. Schmelzpunkt 149⁰. Krystalle aus Aetheralkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,3134 : 1 : 0,3706;\quad \beta = 86^0 2'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {110}, {111}. Farblose, nach [001] prismatische Krystalle.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(100):(110)	= 52° 39′	14	—
(100):(111)	= 71 44	8	—
(111):(1$\bar{1}$1)	= 38 32	8	—
(110):($\bar{1}$10)	= 74 49	4	74° 42′
(010):(110)	= 37 36	3	37 21
(111):(010)	= 70 40	4	70 44
(111):(110)	= 63 8	4	63 6
(111):($\bar{1}$10)	= 85 54	1	85 52

Ebene der optischen Axen parallel {010}. Auslöschungsrichtung auf derselben Fläche mit c gegen a einen Winkel von 37° bildend. Durch {100} tritt, mit starker Neigung, eine optische Axe aus. — Die Verbindungen 1. und 2. sind isomorph.

3. Triphenyltetrahydropyrazin, $C_{22}H_{20}N_2 = C_6H_5.N<{CH_2-CH_2-N.C_6H_5 \atop CH=C-C_6H_5}$.

Dargestellt von Garzino. Schmelzpunkt 180°—181.

Unlöslich in Wasser und wenig in Alkohol; leicht löslich in Chloroform, Aether und Benzol; letztere zwei Lösungen fluorescirend.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0{,}7657 : 1 : 1{,}8624.$

Beobachtete Formen: {001}, {110}, {101}, {011}, {021}, {221}. Prismatisch nach [100]. Vorherrschende Formen: {001}, {011}, {101}, {110}.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(011)	= 61° 46′	11	—
(001):(101)	= 67 39	8	—
(001):(021)	= 74 34	7	74° 58′
(011):(01$\bar{1}$)	= 56 29	4	56 28
(021):(02$\bar{1}$)	= 30 40	5	30 3
(101):(10$\bar{1}$)	= 44 41	4	44 42
(110):(1$\bar{1}$0)	= 74 39	3	74 53
(110):(011)	= 57 42	4	57 37
(110):(101)	= 42 36	4	42 45
(101):(011)	= 79 36	4	79 38
(101):(021)	= 84 15	1	84 20½
(221):(001)	= 80 32	1	80 44
(221):(110)	= 9 17	1	9 16
(221):(021)	= 51 33	1	51 35½
(221):(011)	= 52 51	1	52 47
(221):(101)	= 38 7	1	38 11
(221):(02$\bar{1}$)	= 57 32	1	57 28

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach {001}. Stark glänzende, schwach gelb gefärbte und blau fluorescirende Krystalle. Optische Axenebene parallel {100}. Erste Mittellinie positiv und senkrecht zu {001}. In Sesamöl ($n = 1{,}4750$ (Na))

wurde gemessen $2H_a = 79^0\,13'$ (*Na*). Ein Prisma [021 : 0$\bar{2}$1] ergab $\beta = 1{,}7252$ (*Na*) und $\gamma = 1{,}9817$ (*Na*). Hieraus folgt $2V_a = 66^0\,4'$.

4. Phenyldiparatolyltetrahydropyrazin,

$$C_{24}H_{24}N_2 = CH_3.C_6H_4.N < \begin{matrix} CH_2 - CH_2 - N.C_6H_4.CH_3 \\ CH = C - C_6H_5. \end{matrix}$$

Dargestellt von Garzino. Schmelzpunkt 121^0.

Unlöslich in Wasser, wenig löslich in Alkohol, leicht in Chloroform, Aether, Benzol. Die beiden letzten Lösungen fluorescirend.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}9283 : 1 : 2{,}0542$; $\beta = 73^0\,22'$.

Beobachtete Formen: {001}, {011}, {111}, {$\bar{1}$11}. Alle Krystalle sind Zwillinge nach {001} und prismatisch nach [100] ausgebildet.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(011)	= 63^0 4′	5	—
(001):(111)	= 60 33	5	—
(011):(111)	= 41 20	5	—
(001):($\bar{1}$11)	= 82 54	3	82^0 47′
(011):($\bar{1}$11)	= 49 5	1	48 48
(111):(1$\bar{1}$1)	= 72 26	2	72 40
($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$1)	= 84 46	2	84 54
(011):(0$\bar{1}\bar{1}$)	= 54 3	1	53 52
(111):($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)	= 58 51	2	58 54
($\bar{1}$11):($\underline{1\bar{1}1}$)	= 14 21	2	14 26½

Gelblich oder fast farblos, fluorescirend. Spaltbarkeit nicht beobachtet. Ebene der optischen Axen parallel {010}. Eine Auslöschungsrichtung auf (010) bildet mit *a* gegen *c* 17^0. Auf derselben Fläche der Zwillingskrystalle ist der Auslöschungswinkel der beiden Individuen 34^0.

Ref.: G. Bartalini.

5. **G. Casella** (in Portoferraio): **Krystallographische und optische Untersuchung des β-Cuminuramidocrotonäthers,** $C_{17}H_{22}N_2O_3$ (Giornale di Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **8**, 255). — Dargestellt von Biginelli. Schmelzpunkt 164^0—165^0. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1{,}3514 : 1 : 1{,}4265$; $\beta = 89^0\,24'$.

Beobachtete Formen: {221}, {001}, {100}, {010}, {$\bar{1}$21}, {$\bar{2}$21}, {$\bar{3}$21}, {$\bar{3}$23}, {121}. Tafelig nach {001}. Vorherrschende Formen: {001}, {$\bar{1}$21}, {221}. {$\bar{3}$23}, {121} untergeordnet. {010} nicht spiegelnd. Das Krystallsystem wurde auf Grund der optischen Eigenschaften als monosymmetrisch bestimmt.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(221)	= 73^0 56′	68	—
(221):(2$\bar{2}$1)	= 101 9	33	—

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(001):(100)$ =	$89^0 24'$	14	—
$(001):(\bar{1}21)$ =	72 2	65	$71^0 59'$
$(\bar{1}21):(\bar{1}\bar{2}1)$ =	126 7	14	126 14
$(001):(\bar{2}21)$ =	74 27	31	74 36
$(\bar{2}21):(\bar{2}\bar{2}1)$ =	101 11	6	101 36
$(001):(\bar{3}21)$ =	77 8	24	77 13
$(\bar{3}21):(\bar{3}\bar{2}1)$ =	81 36	8	81 17
$(001):(\bar{3}23)$ =	55 28	6	55 9
$(\bar{3}23):(\bar{3}\bar{2}3)$ =	67 9	3	66 39
$(001):(121)$ =	71 44	3	71 37

Farblose, durchsichtige Krystalle. Glasglanz. Der Bruch ist muschelig. Optische Axenebene parallel $\{010\}$. Durch $\{001\}$ eine Axe austretend. An einem Prisma $[\bar{1}21 : \bar{1}\bar{2}1] = 53^0 27' 43''$ wurde gemessen $\alpha = 1{,}5723$, $\gamma = 1{,}6333$ (*Na*). In Olivenöl ($n_{20^0} = 1{,}46875$ (*Na*)) durch ein Prisma $[001 : \bar{1}00] = 89^0 21' 22''$ (Ramsay-Brögger'sche Methode) wurde gefunden $\beta = 1{,}5873$ (*Na*). Die optische Axe, welche durch $\{001\}$ austritt, bildet mit der Flächennormale einen Winkel von $54^0 26'$ (gegen a). Ferner wurde gemessen der Winkel $9^0 14'$, welchen die Schwingungsrichtung des durch das Prisma $[\bar{1}21 : \bar{1}\bar{2}1]$ für die minimale Ablenkung austretenden Strahles mit dem Prismenwinkel einschliesst. Aus demselben und β wurde berechnet $2V = 44^0$ ca. Positive Doppelbrechung. Dispersion der optischen Axen sehr stark, $\varrho > v$.

Ref.: G. Bartalini.

6. P. Franco (in Neapel): **Analcim vom Mte. Somma** (Giornale di Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **8**, 232). — Beobachtete Formen: $\{211\}$, $\{100\}$, $\{110\}$. Die Krystalle zeigen einspringende und ausspringende, sehr stumpfe und der grössten Diagonale von (211) parallel verlaufende Kanten. Zur optischen Untersuchung dienten Platten aus der Mitte der Krystalle. Eine Platte parallel (100) zeigt eine Theilung in vier Sectoren, deren Trennungslinien parallel $[0\bar{1}1]$ und $[011]$ verlaufen. Die beiden entgegengesetzten Sectoren zeigen das biaxiale Bild und die Axenebene bildet mit der b-Axe einen Winkel von ca. 10^0. Die beiden anderen Sectoren zeigen kein Axenbild, sondern der eine eine Auslöschungsrichtung parallel der b-Axe, der andere zwei symmetrische Auslöschungsrichtungen 26^0 mit der b-Axe bildend. Doppelbrechung vom Centrum gegen die Peripherie zunehmend. — Eine Platte parallel (100) zeigt vier Sectoren, welche einen Vierling nach $\{110\}$ darstellen. Kein Axenbild. — Eine Platte parallel (111) zeigt drei dreiseitige Sectoren durch drei Zonen getrennt. Auslöschungsrichtung der Sectoren parallel der Mittellinie der Dreiecke. Die Trennungszonen besitzen zwei Auslöschungsrichtungen 20^0—24^0 mit ihren Mittellinien bildend. Kein Axenbild. — Eine Platte parallel (211) zeigt vier unregelmässige Sectoren und im Mittelpunkte ein quadratisches Feld, dessen Auslöschung nach den Diagonalen (parallel den Axen) verläuft. Ein Sector ist mehr gefärbt und zeigt das Axenbild. Trennungszonen fast parallel $[011]$. In dieser Platte hat der Verf. (wie Klein) gefunden, dass bei Erwärmung in trockener Luft die Doppelbrechung zunimmt, in Wasserdampf abnimmt.

Der Verf. erblickt hierin einen Beweis für die Brewster'sche Ansicht über die Structur des Analcims.

Ref.: G. Bartalini.

7. A. Sella (in Rom): **Die Grundprobleme der axonometrischen Projection** (Giornale di Min. e Petr. 1892, **3**, 58).

I. Sei die Lage (durch die drei Winkelwerthe α, β, γ) der Projectionsebene in Bezug auf die Coordinatenaxen gegeben, so sind die Winkel λ, μ, ν zu bestimmen, welche die Axenprojectionen mit einander bilden.

II. Seien λ, μ, ν gegeben, gesucht α, β, γ.

Denkt man sich den Pol N der Projectionsebene im Inneren des sphärischen Dreieckes XYZ gelegen und bezeichnet mit σ, τ, v die Axenwinkel, so bestehen die Relationen:

$$(1)\qquad \begin{vmatrix} 1 & \cos\alpha & \cos\beta & \cos\gamma \\ \cos\alpha & 1 & \cos v & \cos\tau \\ \cos\beta & \cos v & 1 & \cos\sigma \\ \cos\gamma & \cos\tau & \cos\sigma & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

$$(2)\qquad \lambda + \mu + \nu = 2\pi .$$

Orthogonale Axen. Aus den je eine Seite von 90^0 besitzenden Dreiecken NYZ, NZX, NXY erhalten wir die eindeutige Lösung des Problems I durch die Gleichungen:

$$(3)\qquad \begin{aligned} \cos\lambda &= -\cot\beta\cot\gamma \\ \cos\mu &= -\cot\gamma\cot\alpha \\ \cos\nu &= -\cot\alpha\cot\beta . \end{aligned}$$

Lösen wir dieselben in Bezug auf die Werthe α, β, γ auf, so erhalten wir die folgende eindeutige Lösung des Problems II:

$$(4)\qquad \begin{aligned} \mathrm{tg}^2\alpha &= -\frac{\cos\lambda}{\cos\mu\cos\nu} \\ \mathrm{tg}^2\beta &= -\frac{\cos\mu}{\cos\nu\cos\lambda} \\ \mathrm{tg}^2\gamma &= -\frac{\cos\nu}{\cos\lambda\cos\mu} , \end{aligned}$$

und unter Berücksichtigung von (2)

$$(5)\qquad \begin{aligned} \sin^2\alpha &= -\frac{\cos\lambda}{\sin\mu\sin\nu} \\ \sin^2\beta &= -\frac{\cos\mu}{\sin\nu\sin\lambda} \\ \sin^2\gamma &= -\frac{\cos\nu}{\sin\lambda\sin\mu} . \end{aligned}$$

Ferner bestehen die folgenden Relationen:

$$(6)\qquad \cot\beta\cot\gamma : \cot\gamma\cot\alpha : \cot\alpha\cot\beta = \cos\lambda : \cos\mu : \cos\nu .$$

$$(7)\qquad \mathrm{tg}\,\alpha : \mathrm{tg}\,\beta : \mathrm{tg}\,\gamma = \cos\lambda : \cos\mu : \cos\nu .$$

$$(8)\qquad \sin^2\alpha : \sin^2\beta : \sin^2\gamma = \sin 2\lambda : \sin 2\mu : \sin 2\nu .$$

$$(9)\qquad \sin 2\alpha : \sin 2\beta : \sin 2\gamma = \sin\lambda : \sin\mu : \sin\nu .$$

Da in einem ebenen Dreiecke $a : b : c = \sin 2\varphi : \sin 2\psi : \sin 2\chi$ ist (worin a, b, c die Seiten und φ, ψ, χ die Winkel der Bisectrix sind), so bietet (8) eine graphische Lösung der beiden Probleme dar.

Setzen wir $a : b : c = \sin^2\alpha : \sin^2\beta : \sin^2\gamma$, so wird $\varphi = \lambda$, $\psi = \mu$, $\chi = \nu$ sein. Seien λ, μ, ν gegeben, so bildet man ein Dreieck durch die gegebenen Bisectrices und es wird $a = \sin^2\alpha$, $b = \sin^2\beta$, $c = \sin^2\gamma$ sein. Die Gleichung (9) liefert eine analoge Construction. Diese Resultate wurden bereits von Q. Sella mittelst elementarer Geometrie erhalten.

Das Problem II kann man durch die Aufsuchung des Punktes N gelöst denken, in welchem die Loglinien $\mu =$ const., $\lambda =$ const. sich durchschneiden.

Die Curve $YNZ = \lambda$ (const.) ist die Durchschnittslinie eines Kegels (dessen Scheitelpunkt im Coordinatenursprunge) mit einer Kugel:

$$\begin{cases} x^2(x^2+y^2+z^2) - y^2z^2\,\mathrm{tg}^2\lambda = 0 & (10)\\ x^2+y^2+z^2-1 = 0 & (11) \end{cases}$$

oder von

$$(12)\qquad \begin{aligned} x^2 - y^2z^2\,\mathrm{tg}^2\lambda &= 0\\ x^2+y^2+z^2-1 &= 0\,. \end{aligned}$$

Sie ist alsdann die Durchschnittslinie der Kugel mit zwei nach yz symmetrischen Paraboloiden:

$$(13)\qquad \begin{aligned} x - yz\,\mathrm{tg}\,\lambda &= 0\\ x + yz\,\mathrm{tg}\,\lambda &= 0\,. \end{aligned}$$

Die orthogonale Projection der Curve über yz, xy wird resp. gegeben sein durch

$$(14)\qquad y^2z^2\,\mathrm{tg}^2\lambda + y^2 + z^2 - 1 = 0\,,$$

$$(15)\qquad y^4 + x^2y^2 - y^2 + x^2\cot^2\lambda = 0\,.$$

(14) geht stets durch die Punkte $(0, \pm 1)$, $(\pm 1, 0)$. Setzt man $\lambda = \frac{\pi}{2}$ resp. $\lambda = \pi$, so erhält man als specielle Fälle der Curve die Axen resp. den Kreis $r = 1$. Die Curve ist gegen die Axen und Bisectrices symmetrisch und zeigt acht Wendepunkte, welche auf dem Kreise $y^2 + z^2 = \frac{4}{3}$ gelegen sind.

(15) ist gegen die Axen, aber nicht gegen die Bisectrices symmetrisch. Die Gleichung der letzteren Curve ist in Polarcoordinaten:

$$(16)\qquad \varrho^2[\varrho^2 - (1 - \cot^2\varphi\cot^2\lambda)] = 0\,,$$

welche bequem für logarithmische Berechnung ist.

Endlich erhält man die stereographische Projection der Curven (10), (11) vom Pole $z = 1$, $x = y = 0$ aus:

$$(17)\qquad \varrho^2 = \frac{1 \pm \cot\lambda\cot\varphi}{1 \mp \cot\lambda\cot\varphi} = -\frac{\cos(\lambda \mp \varphi)}{\cos(\lambda \pm \varphi)}\,.$$

Denkt man sich den Punkt N und die beiden Kreise, welche sich unter dem Winkel λ schneiden und auf welchen sich Y und Z bewegen, fest, so haben wir

$$(19)\qquad \cos\beta = \sin\alpha\sin\nu\,,\quad \cos\gamma = \sin\alpha\sin\mu\,,\quad \cos\lambda = -\cos\beta\cos\gamma\,.$$

Nehmen wir als variabel den Bogen α und den Winkel μ an, um den Punkt X zu bestimmen, so ist

$$(20)\qquad \cos\lambda = \sin^2\alpha\sin\mu\sin(\mu+\lambda)\,,$$

welche einer Formel aus (5) entspricht, und die Loglinie von X bestimmt.

Nimmt man, um zu rechtwinkligen Coordinaten überzugehen, die Ebene NZ

als xz, den durch N gehenden Strahl als z-Axe und den zu NZ senkrechten Strahl als y-Axe, so wird die Gleichung des Kegels:

$$x^2 + y^2 - xy \operatorname{tg} \lambda = 0 \,. \tag{21}$$

X beschreibt dann einen sphärischen Kegelschnitt.

Schiefwinklige Axen. Die Dreiecke NYZ, NZX, NXY liefern

$$\cos YZ = \cos \beta \cos \gamma + \sin \beta \sin \gamma \cos \lambda, \quad \text{u. s. w.}, \tag{22}$$

welche zur Lösung des Probl. I dient. — Das Problem II hingegen ist sehr complicirt. Setzt man $NYZ = b$ und $NZX = c$, so erhält man:

$$\begin{aligned} \sin (X - b) &= \sin \alpha \frac{\sin \nu}{\sin v} \\ \sin (Z - c) &= \sin \alpha \frac{\sin \mu}{\sin \tau} \\ \cos \lambda &= - \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos \sigma \,. \end{aligned} \tag{23}$$

Durch Elimination von b und c erhalten wir eine Gleichung des achten Grades.

Das System (23) zeigt jedoch eine bequeme Methode, um α durch Versuche zu finden. Nimmt man für α verschiedene aufeinander folgende Werthe und berechnet b und c und dann λ etc., so findet man leicht die für Zeichnungen nöthige Annäherung. Die Untersuchung der von N beschriebenen Curven führt zu sehr complicirten Formeln.

Ref.: G. Bartalini.

8. D. Rossignoli (in ?): **Krystallographische Untersuchung des Quarzes vom Val Malenco** (Rivista di Min. e Crist. di R. Panebianco **10**, 3).

$\alpha = \beta = \gamma = 85^\circ\, 47'\, 10''$ (rhomboëdrisches Krystallsystem).

Die Krystalle sind entweder Parallelverwachsungen zweier oder mehrerer Individuen oder Zwillinge nach [111]. Ihr polysynthetischer Aufbau verräth sich durch eine Streifung des trigonalen Prismas $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, sowie durch die Krümmung der Trapezoëder und der Flächen $\{41\bar{2}\}$, $\{100\}$. Die Messungen schwanken in sehr weiten Grenzen. Von den durch Artini angegebenen neuen Formen fand Verf. nur zwei, und auch diese zweifelhaft.

Beobachtete Formen:

Bravais:	Miller:	Bravais:	Miller:
$\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$	$\{0.23.\bar{23}.16\}$	$\{13.13.\bar{10}\}$
$\{70\bar{7}6\}$	$\{20.\bar{1}.\bar{1}\}$	$\{03\bar{3}2\}$	$\{55\bar{4}\}$
$\{30\bar{3}2\}$	$\{8\bar{1}\bar{1}\}$	$\{0.15.\bar{15}.9\}$	$\{88\bar{7}\}$
$\{40\bar{4}1\}$	$\{3\bar{1}\bar{1}\}$	$\{02\bar{2}1\}$	$\{11\bar{1}\}$
$\{14.0.\bar{14}.3\}$	$\{31.\bar{11}.\bar{11}\}$	$\{07\bar{7}2\}$	$\{33\bar{4}\}$
$\{11.0.\bar{11}.2\}$	$\{8\bar{3}\bar{3}\}$	$\{0.11.\bar{11}.1\}$	$\{44\bar{7}\}$
$\{80\bar{8}1\}$	$\{17.\bar{7}.\bar{7}\}$	$\{10\bar{1}0\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$
$\{13.0.\bar{13}.1\}$	$\{9\bar{4}\bar{4}\}$	$[\{11\bar{2}1\}$	$[\{41\bar{2}\}$
$\{16.0.\bar{16}.1\}$	$\{11.\bar{5}.\bar{5}\}$	$\{\bar{1}\bar{1}2\bar{1}\}]$	$\{\bar{4}\bar{1}2\}]$
$\{90\bar{9}8\}$	$\{26.\bar{1}.\bar{1}\ ?\}$	$[\{13\bar{4}1\}$	$[\{21\bar{2}\}$
$\{01\bar{1}1\}$	$\{22\bar{1}\}$	$\{\bar{1}\bar{3}4\bar{1}\}]$	$\{\bar{2}\bar{1}2\}]$
$\{06\bar{6}5\}$	$\{11.11.\bar{7}\}$	$[\{3.8.\bar{11}.3\}$	$[\{17.8.\bar{16}\}$
$\{04\bar{4}3\}$	$\{77\bar{5}\}$	$\{\bar{3}.\bar{8}.11.\bar{3}\}]$	$\{\bar{17}.\bar{8}.16\}]$

Bravais:	Miller:	Bravais:	Miller:
[{25$\bar{7}$2}	[{11.5.10}	[{14$\bar{5}$4}	[{10.7.$\bar{5}$}
{$\bar{2}\bar{5}$7$\bar{2}$}]	{$\overline{11}$.$\bar{5}$.10}]	{$\bar{1}\bar{4}$5$\bar{4}$}]	{$\overline{10}$.$\bar{7}$.5}]
[{3.7.$\overline{10}$.3}	[{16.7.$\overline{14}$}	[{15$\bar{6}$5}	[{43$\bar{2}$}
{$\bar{3}$.$\bar{7}$.10.$\bar{3}$}]	{$\overline{16}$.$\bar{7}$.14}]	{$\bar{1}\bar{5}$6$\bar{5}$}]	{$\bar{4}\bar{3}$2}]
[{6.13.$\overline{19}$.6}	[{31.13.$\overline{26}$}	{13$\bar{4}$3}	{85$\bar{4}$}
{$\bar{6}$.$\overline{13}$.19.$\bar{6}$}]	{$\overline{31}$.$\overline{13}$.26}]	[{1.12.$\overline{13}$.10}	[{87$\bar{5}$?}
[{12$\bar{3}$1}	[{52$\bar{4}$}	{$\bar{1}$.$\overline{12}$.13.$\overline{10}$}]	{$\bar{8}\bar{7}$5 ?}]
{$\bar{1}\bar{2}$3$\bar{1}$}]	{$\bar{5}\bar{2}$4}]	{$\bar{2}$.$\overline{12}$.14.$\overline{11}$}	{$\bar{9}\bar{7}$5 ?}
{$\bar{3}\bar{5}$8$\bar{3}$}	{$\overline{14}$.$\bar{5}$.10}	[{9.1.$\overline{10}$.9}	[{28.1.$\bar{2}$}
{23$\bar{5}$2}	{31$\bar{2}$}	{$\bar{9}$.$\bar{1}$.10.$\bar{9}$}]	{$\overline{28}$.$\bar{1}$.2}]
[{5.7.$\overline{12}$.5}	[{22.7.$\overline{14}$}	{11.1.$\overline{12}$.11}	{31.1.$\bar{2}$}
{$\bar{5}$.$\bar{7}$.12.$\bar{5}$}]	{$\overline{22}$.$\bar{7}$.14}]	[{37.3.$\overline{40}$.31}	[{36.$\bar{1}$.$\bar{4}$}
{$\bar{7}$.$\bar{9}$.16.$\bar{7}$}	{$\overline{10}$.$\bar{3}$.6}	{$\overline{37}$.$\bar{3}$.40.$\overline{31}$}]	{$\overline{36}$.1.4}]

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(1$\bar{2}$1):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	60° 0½′	12	60° 0′
(2$\bar{1}\bar{1}$):(100) =	38 13	37	38 12
(100):($\bar{1}$22) =	103 35	25	103 37
(22$\bar{1}$):(100) =	46 18	59	46 17
(100):(41$\bar{2}$) =	28 54	83	28 54
(11$\bar{2}$):(41$\bar{2}$) =	37 55	72	37 57
(1$\bar{2}$1):(100) =	60 51	17	66 52
(20.$\bar{1}$.$\bar{1}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	34 9	1	34 0
:(100) =	4 4	1	4 12
(8$\bar{1}\bar{1}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	27 38	2	27 41
:(100) =	10 25	2	10 31
(3$\bar{1}\bar{1}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	11 9	3	11 8
:(100) =	27 7	2	27 4
(31.$\overline{11}$.$\overline{11}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	9 48	1	9 34
:(100) =	28 31	1	28 37
(8$\bar{3}\bar{3}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	8 0	1	8 8
:(100) =	30 16	1	30 3
(17.$\bar{7}$.$\bar{7}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	5 23	1	5 37
:(100) =	32 42	1	32 35
(9$\bar{4}\bar{4}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	3 8	1	3 28
:(100) =	35 6	1	34 44
(11.$\bar{5}$.$\bar{5}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	2 41	1	2 49
:(100) =	35 31	1	35 23
?(26.$\bar{1}$.$\bar{1}$):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	35 9	1	34 58
:(100) =	3 11	1	3 14
(11.11.$\bar{7}$):(11$\bar{2}$) =	33 13	3	33 15
:(22$\bar{1}$) =	5 3	3	4 57
:(33$\bar{4}$) =	20 23	1	20 35
(77$\bar{5}$):(11$\bar{2}$) =	30 29	1	30 33
:(22$\bar{1}$) =	7 42	1	7 39
(13.13.$\overline{10}$):(11$\bar{2}$) =	28 40	1	28 42
:(22$\bar{1}$) =	9 41	1	9 30
(55$\bar{4}$):(11$\bar{2}$) =	27 53	1	27 41
:(22$\bar{1}$) =	10 22	1	10 31

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(88\bar{7}):(11\bar{2})$	= 25° 30′	1	25° 16′
$:(22\bar{1})$	= 12 40	1	12 55
$:(100)$	= 51 58	1	51 44
$:(21\bar{2})$	= 18 34	1	18 26
$(11\bar{1}):(100)$	= 53 30	2	53 42
$:(11\bar{2})$	= 21 38	1	21 28
$:(22\bar{1})$	= 16 39	1	16 43
$(33\bar{4}):(11\bar{2})$	= 12 34	1	12 40
$:(22\bar{1})$	= 25 40	1	25 32
$(44\bar{7}):(11\bar{2})$	= 3 59	1	4 5
$:(22\bar{1})$	= 34 22	1	34 6
$(21\bar{2}):(11\bar{2})$	= 18 37	4	18 29
$:(41\bar{2})$	= 19 14	3	19 28
$:(100)$	= 48 34	1	48 23
$:(11\bar{1})$	= 16 14	1	16 8
$(17.8.\overline{16}):(11\bar{2})$	= 20 12	3	20 17
$:(100)$	= 46 34	3	46 35
$:(22\bar{1})$	= 27 58	1	28 12
$(11.5.\overline{10}):(11\bar{2})$	= 21 31	9	21 18
$:(41\bar{2})$	= 16 34	9	16 39
$(16.7.\overline{14}):(11\bar{2})$	= 22 12	24	22 26
$:(41\bar{2})$	= 15 37	24	15 31
$(31.13.\overline{26}):(11\bar{2})$	= 23 52	4	23 41
$:(41\bar{2})$	= 14 8	4	14 16
$:(22.7.\overline{14})$	= 7 47	1	7 56
$(52\bar{4}):(100)$	= 41 45	1	41 47
$:(11\bar{2})$	= 24 56	3	25 5
$:(41\bar{2})$	= 13 3	2	12 52
$:(31\bar{2})$	= 5 24	1	5 15
$(14.\overline{10}.5):(1\bar{2}1)$	= 28 31	1	28 22
$:(4\bar{2}1)$	= 9 21	1	9 35
$(31\bar{2}):(100)$	= 36 21	1	36 32
$:(11\bar{2})$	= 29 58	1	30 20
$:(41\bar{2})$	= 7 26	1	7 38
$(22.7\ \overline{14}):(11\bar{2})$	= 31 32	4	31 37
$:(41\bar{2})$	= 6 25	4	6 20
$(10.\bar{6}.3):(1\bar{2}1)$	= 32 56	1	33 14
$:(4\bar{2}1)$	= 5 3	1	4 43
$(10.7.\bar{5}):(11\bar{2})$	= 36 10	1	35 57
$:(22\bar{1})$	= 9 30	6	9 31
$:(41\bar{2})$	= 19 25	6	19 23
$(43\bar{2}):(22\bar{1})$	= 7 47	4	7 45
$:(41\bar{2})$	= 21 7	4	21 9
$(85\bar{4}):(22\bar{1})$	= 12 6	1	12 19
$:(41\bar{2})$	= 16 44	1	16 35
$:(100)$	= 37 30	1	37 23
? $(87\bar{5}):(22\bar{1})$	= 7 51	28	6 53
$:(41\bar{2})$	= 21 33	5	24 7

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$?(87\bar{5}):(11\bar{2})$	$= 32^{\circ}24'$	17	$32^{\circ}21'$
$:(17.8.\overline{16})$	= 19 41	1	21 20
$:(10.7.\bar{5})$	= 6 29	1	6 15
$:(11.5.\overline{10})$	= 18 55	1	21 8
$:(16.7.\overline{14})$	= 19 50	5	20 57
$?(9\bar{5}7):(2\bar{1}2)$	= 8 16	1	7 47
$:(4\bar{2}1)$	= 21 12	1	21 31
$(28.1.\bar{2}):(11\bar{2})$	= 62 14	1	62 25
$:(100)$	= 4 26	4	4 27
$:(41\bar{2})$	= 24 30	4	24 28
$(34.1.\bar{2}):(100)$	= 3 31	1	3 39
$:(41\bar{2})$	= 25 18	1	25 15
$(36.\bar{1}.\bar{4}):(100)$	= 6 35	4	6 41
$:(21\bar{1})$	= 32 20	4	32 30

Ref.: G. Bartalini.

9. G. B. Negri (in Genua): **Ueber die Krystallform des Dianyldicyandiamid** (Rivista di Min. e Crist. di R. Panebianco **10**, 30).

$$\begin{array}{l} NH \,.\, CNH \,.\, N \,.\, CN \\ \;| \qquad\qquad\qquad | \\ NH \,.\, C_6H_5 \,.\, NHC_6H_5 \end{array}$$

$+ C_2H_6O$. Dargestellt von Pellizzari und Tivoli (Gazetta chim. 1892, 22 (1), 226). Schmelzpunkt 185°. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,92154 : 1 : 0,55653.$$

$$\alpha = 84^{\circ}\,7', \quad \beta = 105^{\circ}\,29', \quad \gamma = 79^{\circ}\,43'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$, $\{0\bar{1}1\}$, $\{321\}$. Kleine, schwach rosenrothe, durchsichtige, gut spiegelnde Krystalle. Prismatisch nach [001], selten tafelig nach $\{1\bar{1}0\}$. Vorherrschende Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$. Zersetzen sich an der Luft in zwei Tagen.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(100):(110)$	$= 47^{\circ}10'$	7	—
$(100):(101)$	= 46 41	6	—
$(1\bar{1}0):(101)$	= 53 18	11	—
$(101):(011)$	= 42 58	12	—
$(110):(101)$	= 65 41	13	—
$(100):(1\bar{1}0)$	= 36 2	8	$36^{\circ}12'$
$(110):(\bar{1}10)$	= 96 47	9	96 38
$(101):(\bar{1}01)$	= 61 42	6	61 46
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	= 71 29	6	71 33
$(011):(\bar{1}10)$	= 83 43	11	83 44
$(\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}01)$	= 73 23	6	73 22
$(011):(\bar{1}01)$	= 40 50	8	40 59
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	= 78 26	4	78 35
$(101):(0\bar{1}1)$	= 32 59½	2	33 4
$(0\bar{1}1):(\bar{1}10)$	= 81 18½	2	81 15

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(110):(011)	= 65° 44′	3	65° 39′
(110):(1$\bar{1}$0)	= 83 15	2	83 22
(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$1)	= 54 26	1	54 37
(0$\bar{1}$1):($\bar{1}$01)	= 46 57	1	46 48
(011):(0$\bar{1}$1)	= 56 49	1	56 51
(100):(011)	= 80 30	1	80 32
(100):(0$\bar{1}$1)	= 70 20	1	70 19
(321):(101)	= 34 37	5	34 40
(321):(110)	= 30 58	4	31 1
(321):(011)	= 47 54	4	47 51
(321):(1$\bar{1}$0)	= 65 52	1	65 48
(321):(100)	= 35 43	1	35 41
(321):($\bar{1}$01)	= 84 55	1	84 55

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach {110}. Auf allen Flächen der Zone [001] schiefe Auslöschung. Auf {110} bildet eine Schwingungsrichtung mit c gegen den ebenen Winkel [110 : 100] : [110 : 101] einen Winkel von $36\frac{1}{2}°$; auf derselben Fläche Austritt einer optischen Axe.

Ref.: G. Bartalini.

10. A. Sella (in Rom): **Ueber die Anzahl der Ziffern krystallographischer Constanten und über die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate zur Bestimmung derselben** (Rivista di Min. e Crist. di R. Panebianco **10**, 33). — Viele italienische Krystallographen berechnen die krystallographischen Constanten vermittelst der Methode der kleinsten Quadrate und geben bis zu sieben Decimalstellen an. Der Verf. hält die Anwendung dieser Methode nicht für correct, da die Beobachtungsresultate, in Folge der bei den Untersuchungen auftretenden Temperaturänderungen, nicht vergleichbar sind. Er berechnet für eine Anzahl Mineralien die Aenderung des Axenverhältnisses für die Aenderung der Temperatur um einen Grad und findet:

	c	$\alpha_c - \alpha_a$	c'	$c' - c$
Pyrrhotin	0,8620	-2885.10^{-8}	0,861975	−0,000025
Pyrargyrit	0,7892	-1921.10^{-8}	0,789185	−0,000015
Calcit	0,8543	3161.10^{-8}	0,854327	0,000027
Dolomit	0,8322	1645.10^{-8}	0,832214	0,000014
Magnesit	0,8095	1531.10^{-8}	0,809512	0,000012
	c	$\alpha_c - \alpha_b$	c'	$c' - c$
Aragonit	0,7207	1741.10^{-8}	0,720713	0,000013
Schwefel	1,9037	-6460.10^{-8}	1,903577	0,000123
Baryt	1,3127	-762.10^{-8}	1,312690	0,000010

Es ist demnach für manche Substanz schon die fünfte Decimale unsicher, wenn die Temperaturänderung grösser als ein Grad ist, und beim Schwefel ist diese Unsicherheit noch grösser. Welchen Werth daher die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf Messungen, welche bei verschiedenen Temperaturen gemacht sein können, besitzt und welche Bedeutung in solchen Fällen die mittleren und wahrscheinlichen Fehler u. s. w. haben, ist leicht zu ersehen.

Ref.: G. Bartalini.

11. R. Panebianco (in Padua): **Ueber die Krystallform des Melanophlogit** (Rivista di Min. e Crist. di R. Panebianco **10,** 81). — Nach Friedel (siehe diese Zeitschr. **21,** 271) zerfällt die scheinbare Hexaëderfläche des Melanophlogit in zwei, 1° 42′ gegeneinander geneigte Ebenen, deren stumpfe Kante parallel der Diagonale der Würfelfläche verläuft. Der Winkel der scheinbaren Hexaëderflächen beträgt 88° 37′. Der Verf. bemerkt, dass dies einem Triakistetraëder vom Symbol {83.1.1} entsprechen würde, während Friedel's Form b^2 auf {57.27.1} bezogen werden könnte.

Ferner berechnet der Verf. den Winkel der alternirenden Flächen und findet. dass er nicht = 90°, wenn nicht die angrenzenden Flächen ebenfalls genau 90° einschliessen.

Ref.: G. Bartalini.

12. Derselbe: Bedingung, welche die Indices der Skalenoëder verbindet (Ebenda **11,** 3). — Bezeichnet man mit p' eine Fläche, welche der Zone [111] (auf rhomboëdrische Axen bezogen) angehört und zwischen $(2\bar{1}\bar{1})$ und $(10\bar{1})$ liegt. und mit p'' eine Fläche, welche ebenso der Zone [111] angehört und zwischen $(10\bar{1})$ und $(11\bar{2})$ liegt, so ergiebt sich

$$(1) \qquad p' = (hkl) \quad \text{und} \quad h = -k - l\,,$$
$$(2) \qquad p'' = (h_1 k_1 l_1) \quad - \quad -l_1 = h_1 + k_1\,,$$

weil für die Zone [111] $h + k + l = 0$ ist.

Für $P' = (h'k'l')$ und $P'' = (h''k'l'')$ haben wir

$$h' + k' + l' > 3k'$$
$$h'' + k'' + l'' < 3k''\,,$$

wenn P' und P'' den Zonen $[111 : p']$ und $[111 : p'']$ angehören. Aus der ersten Zone $[111 : h'k'l'] = [l' - k',\ h' - l',\ k' - h']$ und aus der Zone [111] erhält man für p':

$$(3) \qquad h : k : l = 3h' - s' : 3k' - s' : 3l' - s\,,$$

worin

$$s' = h' + k' + l'$$

und

$$(hkl) : (hlk) = 2[(2\bar{1}\bar{1}) : p'] < 60^0$$

$$\cos(hkl : hlk) = \frac{h^2 - 2kl}{h^2 + k^2 + l^2} > \tfrac{1}{2}\,;$$

da ferner nach (1) $h^2 = k^2 + 2kl + l^2$

und

$$\frac{h^2 + 2kl}{k^2 + kl + l^2} > 1\,,$$

so ist, weil der Nenner wesentlich positiv ist,

$$h^2 + 2kl > k^2 + kl + l^2$$
$$h^2 - k^2 > k^2 - kl = (h + k)(h - k) > l(l - k)$$

und da nach (1) $l = -(h + k)$ und $(h + k)$ wesentlich positiv ist, so folgt

$$h - k > k - l$$
$$h + l > 2k\,.$$

Für p'' haben wir $\quad h + l < 2k\,.$

Durch Substitution in (3) wird das Theorem bewiesen.

Ref.: G. Bartalini.

18. L. Bucca (in Catania): **Krystallographische Untersuchung einiger Santoninderivate** (Ebenda 8). — Dargestellt von P. Gucci und Grassi-Cristaldi (Gazzetta chim. 1892, **22** (I), 1 f.).

1. Santoninaminchlorhydrat, $C_{15}H_{21}NO_2.HCl$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,6206 : 1 : 0,2418; \beta = 82^0 52\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: {110}, {001}, {$\bar{1}$01}, {011}?. Prismatisch nach [001].

Winkel:	Gemessen:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0)	= 63° 15′	15	—
(110):(001)	= 83 56	10	—
(001):($\bar{1}$01)	= 22 7	8	—

Optische Axenebene parallel {010}. Erste Mittellinie im stumpfen Winkel β und wenige Grade gegen die Axe c geneigt. Auf (110) Auslöschungsrichtung mit c (?) einen Winkel von 3° bildend.

2. Hyposantonin, $C_{15}H_{18}O_2$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,7180 : 1 : 1,3597$.

Beobachtete Formen: {001}, {111}, {011}, {101}. Tafelig nach {001}.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(011)	= 53° 40′	12	—
(001):(111)	= 66 47	10	—
(111):(011)	= 48 12	3	48° 17′
(111):(101)	= 32 35	3	32 25
(101):(001)	= 62 10	3	62 10

Ebene der optischen Axen {010}. Erste Mittellinie parallel b. Scheinbarer (?) Axenwinkel ca. 46°.

3. Hyposantoninsäure, $C_{15}H_{20}O_3$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,4212 : 1 : 0,9542; \beta = 81^0 47'$.

Beobachtete Formen: {110}, {100}, {001} und selten {101}. Tafelig nach {001}.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(001):(110)	= 85° 15′	10	—
(001):(100)	= 81 47	8	—
(101):(110)	= 68 24	5	—
(100):(101)	= 50 37	4	50° 33′
(100):(110)	= 54 35	4	54 35

4. Isohyposantonin, $C_{15}H_{18}O_2$.

Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,9127 : 1 : 1,8149.$$

Beobachtete Formen: $\{011\}$, $\{101\}$, $\{012\}$, $\{102\ ?\}$ und sehr selten $\{111\}$.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(101):(10\bar{1})$	$= 53^0 24'$	14	—
$(101):(011)$	$= 77\ 29$	10	—
$(101):(012)$	$= 70\ 26$	4	$70^0 34'$
$(011):(012)$	$= 57\ 46$	8	57 43
$(011):(012)$	$= 18\ 48$	4	18 55
$(111):(101)$	$= 39\ 11$	3	39 12
$(111):(10\bar{1})$	$= 62\ 21$	3	62 28
$(111):(012)$	$= 46\ 48$	3	46 58

Spaltbarkeit nach $\{001\}$. Optische Axenebene $\{001\}$. Erste Mittellinie parallel b. Optischer Axenwinkel $2H =$ ca. 65^0 (?). Schwache Dispersion, $\varrho > v$.

5. Dihydrosantinsäuremonobromderivat, $C_{15}H_{17}BrO_2$. (Dimorph ?)

Krystallsystem: Hexagonal. $a : c = 1 : 2,2222$.

Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$. Kleine, pyramidale Krystalle.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}0)$	$= 62^0 14'$	7	—
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$	$= 55\ 43$	5	$55^0 32'$
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$	$= 20\ 59$	5	$21\ 17\frac{1}{2}$

Optisch einaxig.

6. Dasselbe (zweite Modification ?).

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,7988 : 1 : 1,5487;\ \beta = 85^0\ 39'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$, $\{110\}$. Prismatisch nach $[010]$. $\{101\}$ öfters fehlend.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(100):(110)$	$= 60^0 51\frac{1}{2}'$	6	—
$(100):(101)$	$= 46\ 47$	8	—
$(101):(001)$	$= 38\ 52$	8	—
$(001):(011)$	$= 57\ 3$	5	$57^0\ 4'$
$(101):(011)$	$= 64\ 57$	5	64 58
$(\bar{1}01):(011)$	$= 66\ 20$	4	66 24
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	$= 72\ 25\frac{1}{2}$	4	72 28
$(011):(110)$	$= 41\ 5$	6	41 8
$(001):(\bar{1}01)$	$= 42\ 35$	8	42 34
$(101):(110)$	$= 70\ 36$	4	70 31

Optische Axenebene {010}. Durch {001}, mit starker Neigung, erste Mittellinie austretend.

7. *p*-Dimethylphtalsäureanhydrid, $C_{10}H_8O_3$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,4249 : 1 : 0,5254.$

Beobachtete Formen: {111}, {100}, {010}, {011}. Letzteres selten.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(111):(̄111) =	95° 10′	5	—
(111):(1̄11) =	36 34	4	—
(100):(111) =	42 24	4	42° 25′
(111):(010) =	71 35	4	71 43
(011):(010) =	62 21	3	62 17
(011):(0̄11) =	55 30	3	55 26
(111):(̄1̄11) =	106 39	3	106 40

8. *p*-Dimethylphtalsäure, $C_{10}H_{10}O_4$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,3127 : 1 : 0,6558; \quad \beta = 87^\circ 12'.$

Beobachtete Formen: {110}, {001}, {021}, {100}, {̄111}. {001} öfters fehlend.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(100):(110) =	52° 40′	8	—
(110):(11̄1) =	51 32	5	—
(001):(̄111) =	40 10	5	—
(̄111):(110) =	78 32	4	78° 49′
(001):(021) =	52 35	4	52 39
(̄111):(021) =	29 12	4	29 22

Ref.: G. Bartalini.

14. G. La Valle (in Messina): **Krystallographische Untersuchungen** (Rivista di Min. e Crist. di R. Panebianco **11**, 33). — Die untersuchten Verbindungen, Derivate der Dihydrodiacetylllävulinsäure, sind dargestellt von Magnanini und Scheidt (Gazzetta chim. 1892, **22** (I), 436).

1. Verbindung $C_{15}H_{15}NO$. Krystalle aus verdünntem Alkohol.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 2,3333 : 1 : 1,9301.$

Beobachtete Formen: {100}, {410}, {010}, {111}. Verlängert nach *a*-Axe. Vorherrschend {111}.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(100):(410) =	29° 45′	8	30° 15′
(410):(111) =	44 5	6	43 30
(100):(111) =	69 10	6	—
(010):(111) =	33 55	4	—

2. Verbindung $C_{14}H_{16}N_2O$. Krystalle aus wässerigem Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 3,4969 : 1 : 3,8391; \quad \beta = 52^0 11'$.

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {001}, {$\bar{1}$01}. Schwefelgelbe, nach c verlängerte Krystalle, tafelig nach {100}.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(100):(001) =	52° 11′	4	—
(100):(110) =	70 6	6	—
(100):(10$\bar{1}$) =	58 28	2	—
(110):(10$\bar{1}$) =	79 44	4	79° 45′
(110):(001) =	77 59	1	77 57

Optische Eigenschaften waren nicht festzustellen.

Ref.: G. Bartalini.

15. G. Strüver (in Rom): **Ueber die Mineralien des Granits von Alzo** (Rendic. R. Accad. dei Lincei Vol. I, 2. Sem. 361, 4. Dicembre 1892).

1. Quarz, theils farblos oder rauchgrau und durchsichtig, theils grauweiss durchscheinend. Beobachtete Formen (auf rhomboëdrische Axen bezogen): {100}, {2$\bar{1}\bar{1}$}, {22$\bar{1}$}, {41$\bar{2}$}, sowie andere unbestimmte Trapezoëder und Rhomboëder. Zwillinge nach [111] aus zwei links- oder rechtsdrehenden Individuen zusammengesetzt; auch Ergänzungszwillinge, 1—50 mm lang.

2. Hyalit, farblos, concretionär, andere Mineralien umhüllend.

3. Orthoklas, weiss undurchsichtig. Beobachtete Formen: {110}, {130}, {010}, {001}, {10$\bar{1}$}, {20$\bar{1}$}, {11$\bar{1}$}, und selten {100}. Zwillinge sehr häufig nach {021}, spärlicher nach {001} und {100}.

4. Plagioklas, weniger häufig als Orthoklas. Zwillinge nach dem Albitgesetze (vielleicht ist es Albit).

5. Glimmer. Biotit nur in der Granitmasse. Andere unbestimmbare Glimmerspecies in kleinen Krystallen sind gelblich, oder grünlich mit grossem optischem Axenwinkel.

6. Chlorit in kleinen grünschwarzen Krystallen.

7. Axinit in kleinen Krystallen, und in rosettenförmigen, nelkenbraunen Gruppen.

8. Fluorit, sehr häufig in Spaltungsstücken, selten in Krystallen; Zwillinge nach [111].

9. Apatit in drei Stücken gefunden. Farblos, schwach rosenroth oder weiss. Ein etwa 1 mm im Durchmesser haltender, farbloser, sehr glänzender Krystall zeigt die Formen (auf Miller'sche rhomboëdrische Grundform bezogen): {111}, {10$\bar{1}$}, {2$\bar{1}\bar{1}$}, {321}, {210}, {31$\bar{1}$}, {100, 22$\bar{1}$}, {50$\bar{2}$, 42$\bar{3}$}. {210} gestreift und daher schlecht spiegelnd.

Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
(111):(321) =	22° 59′	22° 59′
(321):(210) =	17 13	17 19
(210):(31$\bar{1}$) =	19 20	19 11
(311):(10$\bar{1}$) =	30 27	30 31
(10$\bar{1}$):(50$\bar{2}$) =	22 35	22 41
(50$\bar{2}$):(100) =	21 43	21 36

10. Laumontit in Krystallen von 4—5 mm. Combination {110}, {$\bar{1}$02}. Sie sind bereits verwittert. Er dient als Cement für andere zerbrochene Mineralien.

11. Calcit findet sich nicht in Krystallen.

12—15. Pyrrhotit, Pyrit, Arsenopyrit, Kupferkies. Der Granit gleicht also in seiner Mineralführung jenem von Baveno und Monte Orfano.

Ref.: G. Bartalini.

16. E. Artini (in Mailand): **Linksdrehende Pyroglutaminsäure,** $C_5H_7NO_3$ (Rendiconti del R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. Ser. II, **25,** 779 und Gazetta chimic. Ital. **22** (I), 177). — Dargestellt von A. Menozzi und G. Appiani (Gazetta chim. 1892, **22** (II), 105). Schmelzpunkt 160°—161°. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,5034 : 1 : 1,6292.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {310}, {101}, {011}, {012}*). Farblose, wasserhelle, nach [100] verlängerte Krystalle. Vorherrschend {101}, {012}. Spaltbarkeit vollkommen nach {100}, weniger nach {310}. Da keine Pyramidenflächen auftraten, konnte ein hemiëdrischer Charakter der Krystalle nicht beobachtet werden. Optische Axenebene {010}. Erste Mittellinie positiv, senkrecht zu {001}. Die Lösung der Säure ist linksdrehend. Eine Auflösung von 3,6134 g Substanz in 20 ccm Wasser von 14° C. in einem Rohre von 20 cm Länge ergab eine Rotation von — 2° 12'.

Ref.: G. Bartalini.

17. G. Boeris (in Bologna): **Krystallform des β-Amidobuttersauren Kupfers** Ebenda 986). — Dargestellt von G. Sani.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 1,5228 : 1 : 0,6766.$$
$$\alpha = 117^0 57', \quad \beta = 92^0 45', \quad \gamma = 85^0 59'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {$\bar{1}$10}, {0$\bar{1}$1}, {1$\bar{1}$1}**). Vorherrschend: {100}, {010}, {001}. {001} stets gekrümmt. Spaltbarkeit vollkommen nach {010}, weniger nach {100}. Zwillinge nach {010}.

Ref.: G. Bartalini.

18. M. Bellati und **G. Lussana** (in Padua): **Ueber die Aenderung der Umwandlungstemperatur des Salpeters beim Zusatze anderer Nitrate** (Atti Istit. Veneto, 1892 [7], **2,** 995). — Die Umwandlungstemperatur der gewöhnlichen rhombischen Modification des Kaliumnitrates in die rhomboëdrische wurde zu 127,76° bestimmt.

Enthält der Salpeter Thalliumnitrat, so ist die Umwandlungstemperatur niedriger; bei einem Gehalte von ca. $\frac{1}{2}$ % $TlNO_3$ ist sie um etwa 0,4°, bei einem solchen von $2\frac{1}{2}$ % $TlNO_3$ um 1,35° gesunken, und zwar erfolgt diese Temperaturabnahme bei geringem $TlNO_3$-Gehalte diesem proportional, bei grösserem langsamer. Da zwischen Umwandlung einer Modification einer festen Substanz in eine andere und den Erscheinungen des Schmelzens und Verdampfens völlige

*) Der Verf. giebt keine Winkelwerthe.
**) Der Verf giebt keine Winkelwerthe.

Analogie besteht, so glauben die Verff. auf den obigen Vorgang die bekannte van't Hoff'sche Formel $s = \frac{2T^2}{C} \frac{p}{P \cdot M}$ anwenden zu können und erhalten mittelst derselben mit den Beobachtungen leidlich stimmende theoretische Werthe unter der Annahme, dass sich ein Doppelsalz von der Formel $2\,TlNO_3 + KNO_3$ bildet.

Beim Zusatze von $RbNO_3$ wurden ebenfalls Erniedrigungen der Umwandlungstemperatur beobachtet, die auf die Existenz eines Doppelnitrates $3RbNO_3 + KNO_3$ hindeuten. Resultatlos waren Versuche mit Cäsium-, Lithium- und Natriumnitrat, da die Versuchsfehler zu grosse Schwankungen der Zahlenwerthe verursachten. Baryum-, Strontium- und Bleinitrat bewirken eine Erhöhung der Umwandlungstemperatur, während bei Silbernitrat das Resultat wieder ungewiss blieb.

Zum Schlusse weisen die Verff. auf die Analogie zwischen Gefrierpunktserniedrigung verdünnter Lösungen und der von ihnen beobachteten Erniedrigung der Umwandlungstemperatur hin.

Ref.: G. Bartalini.

19. E. Scacchi (in Neapel): **Ueber die Krystallform des Alkaloids von Lupinus albus** (Gazetta chim. Ital. 22 (I), 177). — Dargestellt von A. Soldaini. Chemische Formel $C_{15}H_{24}N_2O$. Schmelzpunkt 99°. Krystalle aus Petroleumäther.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,7983 : 1 : 1,6710; \quad \beta = 83^0\,14'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {10$\bar{1}$}, {111}. Farblos, halbdurchsichtig, prismatisch nach [010]. Glasglanz. {001} und {111} uneben. Im Allgemeinen für Messungen schwer geeignete Krystalle.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(100):(001)	= 83° 14′	4	—
:(101)	= 50 3	2	50° 45′
(001):($\bar{1}$01)	= 45 58	4	46 1
:(111)	= 59 42	4	—
(100):(111)	= 61 34	4	—
(10$\bar{1}$):(111)	= 92 59	4	92 47
(111):($\bar{1}$1$\bar{1}$)	= 82 40	1	82 1

Ref.: G. Bartalini.

20. G. Boeris (in Bologna): **Ueber die Krystallform des Aethylnatriumacetylhyposulfonat** (Ebenda 425). — Dargestellt von A. Purgotti. Chemische Formel $CH_2 < \begin{matrix} CO.O.C_2H_5 \\ S-SO_3Na. \end{matrix}$ Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch. Der Verf. giebt keine Winkelwerthe und kein Axenverhältniss.

Beobachtete Formen: {001}, {010}, {110}, {011}, {$\bar{1}$11}. Vorherrschende Formen: {110}, {001}. Weisslich, halbdurchsichtig, tafelig nach {001}. Zwillinge nach {001}. Vollkommene Spaltbarkeit nach {001}.

Ref.: G. Bartalini.

21. G. La Valle (in Messina): **Calcit von Capo Tindaro** (Messina, Tipografia dell' Avvenire 1892). — Einige Calcitkrystalle von 1—2 mm wurden in den Spalten des Kalksteines von Capo Tindaro gefunden. Sie zeigen die Formen {20$\bar{1}$}, {3$\bar{1}\bar{1}$}, welche immer nach [20$\bar{1}$: 100] gestreift sind.

Es wurden nur ungenaue Winkelwerthe mit Grenzen von 1°—2° beobachtet.

Ref.: G. Bartalini.

22. A. Sella (in Rom): **Ueber die Krystallform des Platososemiamin- und des Platososemiäthylaminplatosodipyridinchlorid** (Ebenda 622, 633).

$2Pt(NH_3)Cl_2.Pt(C_5H_5N)_4Cl_2$. Dargestellt von A. Cossa. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {0$\bar{1}$1}, {$\bar{1}\bar{1}$1}.

Beobachtete Winkelwerthe:

(010):(001) =	51° 20′	(0$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$1) =	63° 28′
(001):(100) =	111 18	(0$\bar{1}$1):($\bar{1}\bar{1}$1) =	25 ca.
(100):(010) =	88 18		

Der Verf. hält diese Winkelwerthe nicht für genau genug, um die Constanten zu berechnen. Tafelig nach {100}. Auf {100} halbirt die Auslöschungsrichtung den Winkel α. Pleochroismus gelblichgrün und orangegelb.

$2Pt(NH_2C_2H_5)Cl_2.Pt(C_5H_5N)_4Cl_2$. Dargestellt von A. Cossa. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,478 : 1 : 4,542.$$

Beobachtete Formen: {001}, {101}, {111}, {113}. Gelbe, undurchsichtige, sehr zerbrechliche Krystalle. Tafelig nach {001}.

Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(111) =	79° 40′	—
(101):(111) =	54 34	—
(001):(101) =	71 31	71° 59′
(001):(113) =	61 22	61 19
(113):(1$\bar{1}$3) =	93 28	93 12

Ref.: G. Bartalini.

23. G. B. Negri (in Genua): **Krystallform des Dimethylaminchloroplatinat** $[(CH_3)_2NH.HCl]_2PtCl_4$ (Ebenda 519). — Dargestellt von Ciamician und Silber. Krystalle aus Wasser. Concentrirte Lösung.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,9959 : 1 : 0,9776.$$

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {120}, {011}, {122}, {111}. Kleine, orangegelbe, durchsichtige, gut spiegelnde Krystalle. Prismatisch nach c, selten nach a. Vorherrschend: {120}, {011}. {111} durch die Zone [100 : 011] und durch approximative Messungen zu {011} bestimmt.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(120):($\bar{1}$20) =	53° 19′	4	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	88 42	11	—
(120):(011) =	51 19	7	51° 20′

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(011):(122)	= 19° 16′	6	19° 20′
(122):(1$\bar{2}$2)	= 82 36	1	82 32
(120):(110)	= 18 28	1	18 27½
(100):(110)	= 44 51	1	44 53
(100):(011)	= 89 55	1	90 0
(100):(122)	= 70 55	1	70 40
(120):(122)	= 42 20	1	42 26

Vollkommene Spaltbarkeit nach {120}. Hieraus folgt die Identität dieser Verbindung mit der von Lüdecke (diese Zeitschr. 4, 325) und Topsoë (diese Zeitschr. 8, 425) untersuchten.

Aus anfangs verdünnten Lösungen erhält man Krystalle einer zweiten dimorphen Modification:

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,6244 : 1 : 0,8899.$$

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {011}, {101}. Orangegelbe, durchsichtige Krystalle. Prismatisch nach a. Vorherrschend: {110}, {010}, {011}. Alle Flächen gut spiegelnd. Ein Zwillingskrystall nach {011}.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
(011):(0$\bar{1}$1)	= 83° 20′	6	—
(110):(011)	= 69 23	9	—
(011):(010)	= 48 20	9	48° 20′
(110):(1$\bar{1}$0)	= 64 0	4	63 58
(110):(010)	= 58 0	6	58 1
(110):(101)	= 46 3	4	46 2
(101):(011)	= 64 22	3	64 35
(011):($\underline{0\bar{1}\bar{1}}$)	= 13 22	1	13 20
(110):($\underline{\bar{1}\bar{1}0}$)	= 41 13	1	41 14

Vollkommene Spaltbarkeit nach {011}. Also sind diese Krystalle identisch mit den von Hjortdahl (diese Zeitschr. 6, 463) untersuchten. Letzterer hat {101} nicht beobachtet, auch keine Zwillingskrystalle.

Ref.: G. Bartalini.

XIII. Krystallographische Untersuchung des Pyrazols und einiger seiner Abkömmlinge.

Von

E. Winkler in Jena.

(Mit 30 Textfiguren.)

Die nachstehend beschriebenen Körper wurden alle im hiesigen chemischen Laboratorium unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. L. Knorr dargestellt und von demselben mir in liebenswürdigster Weise zur krystallographischen Untersuchung überlassen. Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle dafür meinen besten Dank auszusprechen.

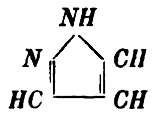
Die Untersuchungen wurden im mineralogischen Institut der hiesigen Universität unter der Leitung des Herrn Professor Dr. G. Linck ausgeführt. Auch ihm meinen herzlichsten Dank für die in zuvorkommendster Weise ertheilten Rathschläge und Hilfe hier abzustatten, sei mir erlaubt.

Die Beobachtungen können nicht als abgeschlossen bezeichnet werden, denn die mir übergebenen Substanzen lagen zum grössten Theile nicht in guten Krystallen vor und mussten erst umkrystallisirt werden, was nicht bei allen in erwünschtem Maasse gelang.

So kommt es, dass die späterhin aufgestellten morphotropischen Reihen nicht vollständig sind, dass wegen der geringen Anzahl von Formen öfters eine gute Beziehung zu den chemisch nächstverwandten Körpern nicht gefunden wurde und dass endlich manche sich überhaupt noch in gänzlich isolirter Stellung befinden. Die erhaltenen Resultate ermuntern jedoch zu einer weiteren Vervollständigung der Untersuchungen.

Im Nachstehenden mögen zunächst die untersuchten Körper der Reihe nach aufgeführt und die Resultate der krystallographischen Untersuchungen mitgetheilt werden; am Schlusse soll dann das zusammengefasst werden, was in morphotropischer Richtung festgestellt werden konnte.

Pyrazol.



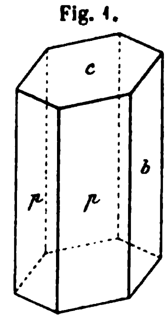
Dargestellt von Herrn Professor Dr. L. Knorr.
Aus Ligroin krystallisirt. Schmelzpunkt 70° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0{,}67593 : 1 : ? ;$$
$$\beta = 72^\circ 21'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $b = \{010\}\infty\mathrm{P}\!\!\!\!\backslash\infty$, $p = \{110\}\infty P$ (Fig. 1).

Fig. 1.



Die wasserhellen, schwach gelblichen Krystalle sind nach der Verticalaxe nadelförmig. Die Einzelkrystalle aus verdünnter Lösung waren etwa 3—5 mm lang bis 0,5 mm breit und etwa 0,3 mm dick. Bis 5 cm lange, gewöhnlich stengelig verwachsene Krystalle wurden aus concentrirter Ligroinlösung erhalten. Andere Flächen als die oben erwähnten — wahrscheinlich Pyramidenflächen — wurden zwar beobachtet, doch waren dieselben so gerundet, dass einigermassen brauchbare Messungen nicht erzielt wurden.

Folgende Winkel wurden

	gemessen:	berechnet:
$c:p = (001):(110) =$	*75° 14′	—
$p:p = (110):(1\bar{1}0) =$	*65 34	—
$c:b = (001):(010) =$	89 32	90° 0′

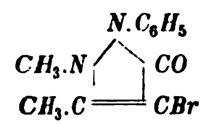
Vollkommene Spaltbarkeit ist nach den Prismenflächen (110) und $(1\bar{1}0)$, sowie nach dem Orthopinakoid $\infty\mathrm{P}\!\!\!\!\backslash\infty$ vorhanden.

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zur Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid beträgt etwa 13° gegen c im stumpfen Winkel β, auf dem Prisma (110) etwa 10° im stumpfen, durch die Kanten (001):(110) und $(110):(1\bar{1}0)$ gebildeten Winkel. Sowohl auf dem Orthopinakoid wie auf dem Klinopinakoid, auf ersterem etwas seitlich, ist das optische Mittelbild zu beobachten. Nur auf der Symmetrieebene war der scheinbare Axenwinkel in Oel zu messen; er ist

$$2H_0 = 141^\circ 5' \text{ für Natriumlicht.}$$

Der mittlere Brechungscoëfficient β des Pyrazols konnte wegen der geringen Dicke der Krystalle nicht gemessen werden.

4-Bromantipyrin.



Dargesestellt von Herrn Professor Dr. L. Knorr.
Aus Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 117° C.

Krystallsystem: Hexagonal, rhomboëdrisch-hemiëdrisch.

$a : c = 1 : 0,29451.$

Beobachtete Formen: $r = \varkappa\{10\bar{1}1\} + R$, $p = \varkappa\{11\bar{2}0\}$ $\infty P2$ (Fig. 2).

Fig. 2.

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind nach der c-Axe säulenförmig, bis zu 5 mm lang und bis 2 mm dick und breit.

Der Rechnung zu Grunde gelegt ist der Winkel

$$r : r = (10\bar{1}1):(0\bar{1}11) = 32^\circ\, 22'.$$

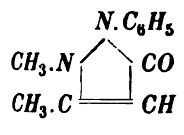


Sehr vollkommene Spaltbarkeit ist nach der Basis $0R$ vorhanden. Die Doppelbrechung ist stark, ihr Charakter negativ.

Die Brechungsexponenten ω und ε sind mit einem Prisma, dessen brechende Kante parallel der Hauptaxe war, und dessen brechender Winkel $\varphi = 56^\circ\, 47'$ die Ablenkungswinkel $\delta_1 = 33^\circ\, 39'$ und $\delta_2 = 40^\circ\, 40'$ ergab, bestimmt worden. Es ist:

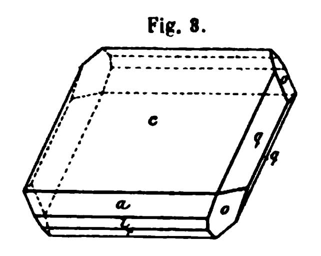
$\omega = 1,5808$ für Natriumlicht
$\varepsilon = 1,4931$ - -

Antipyrin.



Obwohl das Antipyrin schon zweimal krystallographisch untersucht worden ist, von Th. Liweh*) und von H. K. Zimányi**), habe ich dasselbe nochmals vollständig gemessen, erstens, weil dasselbe in mehr oder weniger engem chemischen Zusammenhange mit den übrigen von mir untersuchten Substanzen steht, zweitens, weil die mir von Herrn Professor Dr. L. Knorr zur Verfügung gestellten Krystalle vorzügliche Flächenbeschaffenheit hatten, und drittens, weil an diesen Krystallen zwei Flächen vorhanden sind — die beiden positiven Hemidomen $+P\infty$ und $+2P\infty$ — die früher nicht beobachtet wurden (Fig. 3).

Fig. 3.



Liweh's Krystalle sind von sehr einfacher Combination, Zimányi's dagegen sehr flächen-

*) Diese Zeitschr. **10**, 268.
) Ebenda **22, 81.

reich, die meinigen, die aus Wasser krystallisirt sind und als farblos bis ganz schwach bläulich bezeichnet werden müssen, zeigen alle dieselbe Combination: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty \not{P}\infty$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $q = \{011\} \not{R}\infty$, $r = \{\bar{1}01\}+\not{P}\infty$, $l = \{\bar{2}01\}+2\not{P}\infty$.

Bis jetzt sind demnach am Antipyrin die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Formen bekannt geworden:

	durch:
$c = \{001\}0P$	Liweh
$a = \{100\}\infty\not{P}\infty$	-
$r = \{\bar{1}01\}+\not{P}\infty$	Winkler
$l = \{\bar{2}01\}+2\not{P}\infty$	-
$g = \{101\}-\not{P}\infty$	Zimányi
$\{503\}-\frac{5}{3}\not{P}\infty$	-
$\{703\}-\frac{7}{3}\not{P}\infty$	-
$q = \{011\}\not{R}\infty$	Liweh
$o = \{\bar{1}11\}+P$	-
$p = \{\bar{2}11\}+2\not{P}2$	Zimányi
$x = \{\bar{1}12\}+\frac{1}{2}P$	-
$\{\bar{4}11\}+4\not{P}4$	-
$\{\bar{1}\bar{1}.1.1\}+11\not{P}11$	-
$\{\bar{3}51\}+\frac{5}{3}\not{R}5$	-
$\{611\}-6\not{P}6$	-

Die von Liweh, Zimányi und mir beobachteten und berechneten Winkelwerthe sind folgende:

	Liweh.		Zimányi.		Winkler.	
	Gem.:	Ber.:	Gem.:	Ber.:	Gem.:	Ber.:
$c : a = (001):(100) =$	*62° 51′	—	*62° 51′	62° 55′	*63° 2′	—
$c : q = (001):(011) =$	*63 41	—	*63 41	63 44	*63 46	—
$a : o = (\bar{1}00):(\bar{1}11) =$	*77 29	—	*77 29	77 16	*77 46	—
$c : o = (001):(\bar{1}11) =$	75 23	75° 29′	—	—	75 21	75° 17′
$c : r = (001):(\bar{1}01) =$	—	—	—	—	55 50	55 19
$c : g = (001):(101) =$	—	—	30 40 ca.	30 28	—	—
$c : l = (001):(\bar{2}01) =$	—	—	—	—	84 46	84 46
$a : q = (100):(011) =$	78 20	78 18	78 20	78 21	78 12	78 24
$q : o = (01\bar{1}):(\bar{1}11) =$	46 28	46 22	46 24	46 13	46 28	46 20
$q : o = (01\bar{1}):(11\bar{1}) =$	23 59	24 10	—	—	23 53	23 48
$o : r = (\bar{1}11):(\bar{1}01) =$	—	—	—	—	63 22	63 29
$o : l = (\bar{1}11):(\bar{2}01) =$	—	—	—	—	67 15	67 8
$a : p = (\bar{1}00):(\bar{2}11) =$	—	—	56 53	56 57	—	—
$p : q = (\bar{2}11):(01\bar{1}) =$	—	—	48 21	48 20	—	—
$p : x' = (\bar{2}11):(\bar{1}\bar{1}2) =$	—	—	109 43 ca.	110 14	—	—
$c : x = (001):(\bar{1}12) =$	—	—	55 15 ca.	54 24	—	—

Als Axenverhältniss wurde berechnet von

Liweh:	$a:b:c = 2,4024:1:2,2727$;	$\beta = 62°51'$
Zimányi:	$a:b:c = 2,4001:1:2,2722$;	$\beta = 62\ 51$
Winkler:	$a:b:c = 2,4383:1:2,2781$;	$\beta = 63\ \ 2$

Vollkommene Spaltbarkeit habe ich nach dem Hemidoma $+\bar{P}\infty$, weniger gute nach dem Klinopinakoid $\infty\breve{P}\infty$ beobachtet.

Auf Plättchen nach $\infty\breve{P}\infty$ beträgt die Auslöschungsschiefe etwa 21° gegen die Klinodiagonale a im spitzen Winkel β, während Liweh 19° fand.

Im Uebrigen kann ich die Untersuchungen Liweh's nur bestätigen.

4-Methylantipyrin.

$N.C_6H_5$
$CH_3.N \quad CO$
$CH_3.C = C.CH_3$

Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Aether im Vacuum krystallisirt. Schmelzpunkt 82° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 3,8503:1:3,0746;$$
$$\beta = 59°4'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}$ $\infty\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $r = \{\bar{1}01\}+\bar{P}\infty$, $l = \{\bar{2}01\}$ $+2\bar{P}\infty$ (Fig. 4).

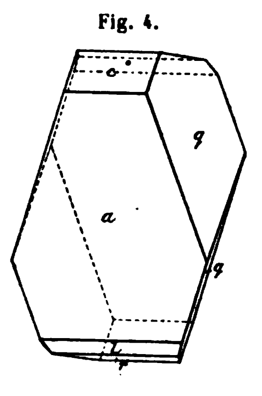


Fig. 4.

Die schwach gelblichen, klaren Krystalle erscheinen als rhombische Tafeln nach dem Orthopinakoid $\infty\bar{P}\infty$ und sind etwa 3 mm lang, 2 mm breit und 1 mm dick.

Die Ausbildung der Krystalle ist nicht immer die gleiche; zuweilen ist neben dem Orthopinakoid $\infty\bar{P}\infty$ nur noch das Klinodoma $\breve{P}\infty$ vorhanden; $+\bar{P}\infty$ und $+2\bar{P}\infty$ sind stets sehr klein entwickelt.

Es wurden folgende Winkel

		gemessen:	berechnet:
$a:q =$	$(100):(011) =$	*79°30'	—
$q:q =$	$(011):(0\bar{1}1) =$	*41 32	—
$c:r =$	$(001):(\bar{1}01) =$	*49 17	—
$c:a =$	$(001):(100) =$	59 17	59° 4'
$a:l =$	$(100):(\bar{2}01) =$	38 7	38 23

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach der Basis $\{001\}0P$ und nach dem Orthopinakoid $\{100\}\infty\bar{P}\infty$ vorhanden, ziemlich gute nach dem Klinodoma (011) und dem positiven Hemidoma $\{\bar{1}01\}+\bar{P}\infty$.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; auf ihr beträgt die Auslöschungsschiefe zur c-Axe im spitzen Winkel β etwa 47°. Auf dem

Orthopinakoid $\infty \bar{P} \infty$ tritt fast in der Mitte des Gesichtsfeldes, ein klein wenig der Kante $(00\bar{1}):(100)$ genähert, eine optische Axe aus. Auch auf dem Hemidoma $+\bar{P}\infty$ tritt ziemlich am Rande des Gesichtsfeldes, der Kante $(\bar{1}01):(001)$ genähert, eine Axe aus. Der mittlere Brechungscoëfficient des 4-Methylantipyrins für Natriumlicht ist als

$$\beta = 1,6584$$

gefunden worden; der brechende Winkel des angewandten Prismas betrug $\varphi = 49^0\,24'$ und ergab eine Ablenkung von $38^0\,40'$. Unter der Annahme, dass die eine optische Axe genau in der Mitte des Orthopinakoids $\infty \bar{P} \infty$ austritt, berechnet sich der optische Axenwinkel

$$2V_a = 86^0.$$

In Folge der leichten sehr vollkommenen Spaltbarkeit nach Basis und Orthopinakoid habe ich wegen der geringen Ausdehnung der Krystalle eine Platte zur directen Messung des optischen Axenwinkels nicht schleifen können.

4-Aethylantipyrin.

$N.C_6H_5$

$CH_3.N$ — CO

$CH_3.C$ — $C.C_2H_5$

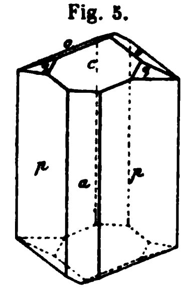
Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.

Aus stark wässerigem Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 68^0 C.

Krystallform: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,80934 : 1 : 0,44105;$$
$$\beta = 58^0\,8'.$$

Fig. 5.



Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $q = \{011\}\mathcal{R}\infty$ (Fig. 5).

Die farblosen, vollkommen klaren Krystalle sind säulenförmig nach der Verticalaxe. Sie sind bis 5 mm lang und bis 3 mm dick und breit. Die Combination ist selten die in der Figur angegebene complicirte, oft fehlt das Klinodoma $\mathcal{R}\infty$, manchmal auch die Pyramide $+P$, zuweilen auch beide Formen. Die Flächenbeschaffenheit war gut.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : a = (001):(100)$	$= {}^*58^0\ 8'$	—
$c : o = (001):(\bar{1}11)$	$= {}^*39\ 54$	—
$o : o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	$= {}^*47\ 35$	—
$c : p = (001):(\bar{1}10)$	$= 115\ 49$	$115^0\,47'$
$o : p = (\bar{1}11):(\bar{1}10)$	$= 75\ 56$	75 53
$p : p = (1\bar{1}0):(110)$	$= 68\ 56$	69 0
$c : q = (001):(011)$	$= 20\ 32$	20 32

	gemessen:	berechnet:
$a : q = (100):(011)$	$= 60^0 30'$	$60^0 22'$
$p : q = (110):(011)$	$= 52\ 49$	$52\ 42$
$o : q = (\bar{1}11):(011)$	$= 30\ 30$	$30\ 41$

Es wurde vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis $0P$ beobachtet, weniger vollkommene nach dem Orthopinakoid $\infty \bar{P} \infty$.

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; die Auslöschungsschiefe auf derselben beträgt etwa 50^0 zur c-Axe im spitzen Winkel β. Die Auslöschungsschiefe auf der Prismenfläche (110) beträgt zur c-Axe etwa 39^0 im spitzen, durch die Kanten (100):(110) und (110):(001) gebildeten Winkel. Auf dem Orthopinakoid sieht man am Rande des Gesichtsfeldes eine Axe austreten; auf der Basis $0P$ sieht man unsymmetrisch das optische Mittelbild, keine der beiden optischen Axen tritt in Luft im Gesichtsfelde aus. Der scheinbare optische Axenwinkel wurde auf einer Fläche, die mit der Basis im spitzen Winkel β einen Winkel von 8^0 bildete, in Oel für Natriumlicht gemessen zu

$$2H_a = 31^0 47'.$$

Da nun der Brechungsexponent β an einem Prisma, dessen brechende Kante der Symmetrieaxe parallel ging und dessen brechender Winkel $\varphi = 56^0 27'$ den Ablenkungswinkel $\delta = 37^0 40'$ ergab, zu 1,548 bestimmt wurde, so ergiebt sich bei dem Brechungscoëfficienten n des Oeles $= 1,4718$

$$2V_a = 30^0 10' \text{ für Natriumlicht.}$$

4-Oxyantipyrin.

$N.C_6H_5$
$CH_3.N$ — CO
$CH_3.C$ — $C.OH$

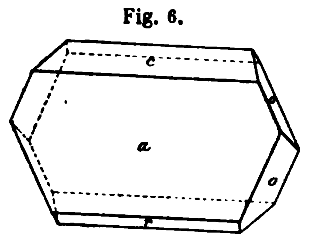
Dargestellt von Herrn Dr. R. Pschorr.
Aus Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 182^0 C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,2566 : 1 : 2,0293;$$
$$\beta = 57^0 30'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty \bar{P} \infty$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $r = \{\bar{9}05\}+\frac{9}{5}\bar{P}\infty$ (Fig. 6).

Fig. 6.



Die klaren, schwach gelben Krystalle sind nach der b-Axe prismatisch, etwa 1—2 mm breit und dick und 3 mm lang. Die Flächen $+P$ sind schlecht ausgebildet, meist gekrümmt und geben in Folge dessen kaum genügende Bilder. Das Orthopinakoid $\infty \bar{P} \infty$ ist meist am grössten ausgebildet.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : a = (001):(100)$	$= {}^*57^0 30'$	—
$a : o = (100):(1\bar{1}\bar{1})$	$= {}^*79\ 15$	—
$c : o = (00\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$	$= {}^*74\ 35$	—
$c : r = (00\bar{1}):(90\bar{5})$	$= 84\ 22$	$84^0 33'$
$o : r = (1\bar{1}\bar{1}):(90\bar{5})$	$= 65\ 22$	$65\ 33$

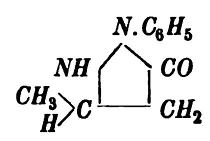
Vollkommene Spaltbarkeit ist nach der Basis $0P$, sowie nach dem Klinopinakoid $\infty\mathrm{R}\infty$ vorhanden.

Die Symmetrieebene ist Ebene der optischen Axen; die Auslöschung auf dieser Ebene ist parallel der Axe a. Auf der Basis $0P$, wie auf dem positiven Hemidoma $+\frac{9}{5}P\infty$ ist das Axenbild mit ausserhalb des Gesichtsfeldes liegendem Axenaustritt zu beobachten. Für den scheinbaren, spitzen Axenwinkel ergaben sich auf der Basis folgende Werthe:

1) in Luft $2E = 116^0 23'$ für Natriumlicht,
2) in Oel $2H_a = \ 58\ 27$ - -

Der stumpfe Axenwinkel konnte weder in Luft noch in Oel bestimmt werden; auch die Herstellung eines Prismas behufs Feststellung der Brechungscoëfficienten gelang wegen der Kleinheit der Krystalle nicht.

1-Phenyl-3-Methylpyrazolidon.

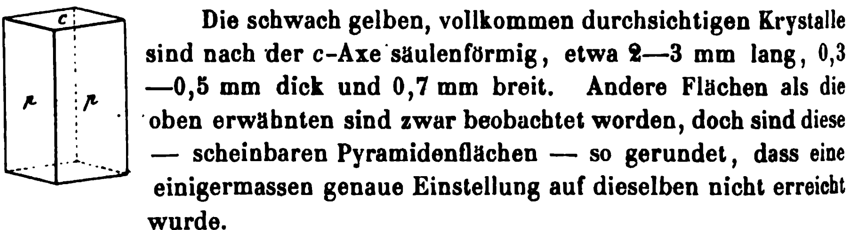


Dargestellt von Herrn Dr. P. Duden.
Aus Crotonsäure gewonnen. Schmelzpunkt 84° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}57891 : 1 : ?;$$
$$\beta = 80^0 40'.$$

Fig. 7.



Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $p = \{110\}\infty P$ (Fig. 7).

Die schwach gelben, vollkommen durchsichtigen Krystalle sind nach der c-Axe säulenförmig, etwa 2—3 mm lang, 0,3—0,5 mm dick und 0,7 mm breit. Andere Flächen als die oben erwähnten sind zwar beobachtet worden, doch sind diese — scheinbaren Pyramidenflächen — so gerundet, dass eine einigermassen genaue Einstellung auf dieselben nicht erreicht wurde.

Aus den beiden einzigen Winkeln:

$$c : p = (001):(110) = {}^*81^0 54'$$
$$p : p = (110):(1\bar{1}0) = {}^*59\ 28$$

ist die Axe a und der Winkel β berechnet worden.

Vollkommene Spaltbarkeit ist parallel den Prismenflächen, weniger gute parallel der Basis $0P$ beobachtet worden.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf der Prismenfläche (110) beträgt circa 23° gegen c im spitzen durch die Kanten (110):(1$\bar{1}$0) und (00$\bar{1}$):(110) gebildeten Winkel. Auf der Basis ist im spitzen Winkel β am äussersten Rande des Gesichtsfeldes der Austritt einer optischen Axe zu beobachten. Auch auf den Prismenflächen beobachtet man eine Axe mit ausserhalb des Gesichtsfeldes liegendem Axenaustritt schief geneigt zur Verticalaxe. Eine weitere optische Untersuchung war wegen der geringen Grösse der Krystalle ausgeschlossen.

1-Phenyl-2-Propyl-3-Methylpyrazolon (2-Propylantipyrin).

$N.C_6H_5$

$C_3H_7.N$ — CO

$CH_3.C$ = CH

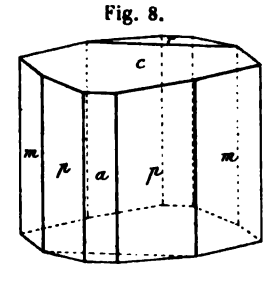
Dargestellt von E. Labes (noch nicht publicirt).
Aus Toluol krystallisirt. Schmelzpunkt 98° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}97586 : 1 : 0{,}14229;$$
$$\beta = 82^\circ 24'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}$ $\infty P\!\!\!\!-\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $r = \{\bar{1}01\} + P\!\!\!\!-\infty$; $m = \{230\}\infty P\!\!\!\!-\frac{3}{2}$ (Fig. 8).

Fig. 8.



Die wasserhellen, vollkommen farblosen Krystalle sind nach der Verticalaxe säulenförmig; ihre Länge beträgt 2—4 mm, ihre Breite und Dicke etwa 0,5—1,5 mm. An den Krystallen herrschen die beiden Prismen {110}∞P und {230}$\infty P\!\!\!\!-\frac{3}{2}$ vor. Das Orthopinakoid ist meist schlecht und das Hemidoma {$\bar{1}$01}$+P\!\!\!\!-\infty$ nur zuweilen entwickelt. Es wurden folgende Winkel

		gemessen:	berechnet:
$c : p$	= (001):(110)	= *84°32′	—
$p : p$	= (110):(1$\bar{1}$0)	= *88 6	—
$a : r$	= ($\bar{1}$00):($\bar{1}$01)	= *89 13	—
$p : m$	= (110):(230)	= 11 0	11°21′

Ziemlich gute Spaltbarkeit ist nach der Basis $0P$ und nach dem Klinopinakoid $\infty P\!\!\!\!-\infty$ vorhanden.

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht auf der Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid beträgt etwa 20° gegen c im spitzen Winkel β und auf dem Prisma (230) etwa 15° zur c-Axe im spitzen durch die Kanten (230):(100) und (230):(00$\bar{1}$) gebildeten Winkel. Auf der Symmetrieebene treten zwei optische Axen aus; auch auf den Prismenflächen und dem Orthopinakoid sieht man am Rande des Gesichtsfeldes je eine optische Axe austreten, und zwar auf dem Orthopinakoid im stumpfen Winkel β und auf den Prismenflächen schief geneigt zur c-Axe.

Der scheinbare optische Axenwinkel wurde auf dem Klinopinakoid in Luft und Oel für Natriumlicht gemessen zu

$$1)\ 2E = 79^\circ 59'$$
$$2)\ 2H_a = 57\ 57$$

Da nun der Brechungscoëfficient β an einem Prisma, dessen brechende Kante senkrecht zur Symmetrieaxe war und mit der a-Axe im stumpfen Winkel β einen Winkel von ungefähr 70° bildete, und dessen brechender Winkel $\varphi = 32^\circ 52'$ den Ablenkungswinkel $\delta = 21^\circ 3'$ ergab, zu 1,6020 für Natriumlicht bestimmt wurde, so ergiebt sich bei dem Brechungscoëfficienten n des Oels = 1,4718

$$2V_a = 52^\circ 50' \text{ für Natriumlicht.}$$

1-Phenyl-3-Methylpyrazolon.

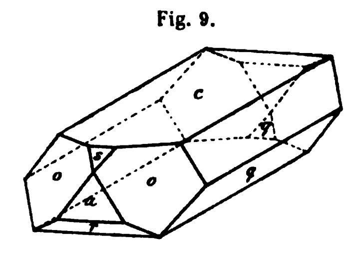
$N.C_6H_5$
N CO
$CH_3.C$ CH_2

Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 127° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}92865 : 1 : 1{,}4167;$$
$$\beta = 85^\circ 10'.$$

Fig. 9.



Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $o = \{111\} -P$, $q = \{011\}R\infty$, $r = \{\bar{1}02\} + \frac{1}{2}P\infty$, $s = \{102\} - \frac{1}{2}P\infty$ (Fig. 9).

Die Krystalle sind schwach gelblich, vollkommen durchsichtig und tafelförmig nach der Basis $0P$, etwa 2,5 mm dick und breit und etwa 3 mm lang. Die Flächen geben mit Ausnahme der Pyramidenflächen $-P$, welche stets matter und etwas gekrümmt sind, gute Reflexe. Die Combination ist meist die gleiche; bei einzelnen Krystallen fehlte ein Hemidoma, dafür waren das andere und das Orthopinakoid {100} grösser ausgebildet.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : a = (001):(100)$ =	*85° 10′	—
$c : q = (001):(011)$ =	*54 57	—
$c : s = (001):(102)$ =	*35 32	—
$c : r = (001):(\bar{1}02)$ =	39 17	39° 5′
$c : o = (001):(111)$ =	61 21	61 28
$o : o = (111):(1\bar{1}1)$ =	73 24	73 26
$o : q = (111):(011)$ =	39 49	40 11

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach dem positiven Hemidoma $r = \{\bar{2}01\}$, leidlich vollkommene nach dem Orthopinakoid $\infty P\infty$ vorhanden.

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zur Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid beträgt etwa 11°, auf den Klinodomenflächen (011) und $(0\bar{1}1)$ etwa 12° gegen a im stumpfen Winkel β. Auf dem Orthopinakoid sieht man etwas seitlich das optische Mittelbild. Auf der Symmetrieebene beobachtet man sehr starke gekreuzte Dispersion. Für den scheinbaren spitzen Axenwinkel ergab sich auf dem Klinopinakoid

1) in Luft $2E = 72^{0}56'$ für Natriumlicht,
2) in Oel $2H_a = 51\ 30$ - -

Da nun der Brechungscoëfficient β an einem Prisma, dessen brechende Kante senkrecht zur Symmetrieaxe war und mit a einen Winkel von 11° bildete, und dessen brechender Winkel $\varphi = 55^{0}\,43'$ den Ablenkungswinkel $\delta = 44^{0}\,4'$ für Natriumlicht ergab, zu 1,6370 bestimmt wurde, so ergiebt sich bei dem Brechungscoëfficienten n des Oeles = 1,4718

$$2V_a = 46^{0} \text{ für Natriumlicht.}$$

1-Phenyl-3,4-Dimethylpyrazolon.

$N.C_6H_5$ / N CO / $CH_3.C$ — $CH.CH_3$

Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus einer Mischung von gleichen Theilen Alkohol und Aether im Vacuum krystallisirt. Schmelzpunkt 120° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,109 : 1 : 1,45185\,;$$
$$\beta = 82^{0}\,59'.$$

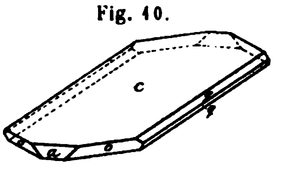


Fig. 10.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $o = \{\bar{2}23\} + \frac{2}{3}P$, $q = \{011\}\grave{P}\infty$ (Fig. 10).

Die schwach gelb gefärbten, vollkommen durchsichtigen Krystalle sind nach der Basis $0P$ tafelförmig. Ihre Länge in der Richtung der b-Axe beträgt etwa 3 mm, ihre Breite 1—1,5 mm und ihre Dicke 0,3—0,5 mm. Die Basis $0P$ und nach ihr das Klinodoma $\grave{P}\infty$ sind die vorherrschenden Flächen. An vielen Krystallen fehlt das Orthopinakoid $\infty\bar{P}\infty$.

Es wurden folgende Winkel

		gemessen:	berechnet:
$c : a$	$= (001):(100)$	$= {}^{*}82^{0}59'$	—
$c : o$	$= (001):(\bar{2}23)$	$= {}^{*}55\ 22$	—
$o : o$	$= (\bar{2}23):(\bar{2}\bar{2}3)$	$= {}^{*}75\ 20$	—
$c : q$	$= (001):(011)$	$= 55\ 17$	$55^{0}17'$
$o : q$	$= (\bar{1}11):(011)$	$= 34\ 14$	$34\ 19$
$o : q$	$= (\bar{1}11):(01\bar{1})$	$= 79\ 52$	$79\ 49$

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach dem Klinopinakoid $\infty P\!\!\!\!\backslash\infty$, ziemlich vollkommene Spaltbarkeit ist sowohl nach dem Orthopinakoid $\infty \bar{P}\infty$ als auch nach der Pyramide $\{\bar{2}23\} + \frac{2}{3}P$ vorhanden.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf derselben beträgt etwa 40° gegen a im spitzen Winkel β. Auf der Basis $0P$ tritt ziemlich am Rande des Gesichtsfeldes im spitzen Winkel β eine optische Axe aus. Auch auf dem Orthopinakoid ist das Interferenzbild einer optischen Axe, aber mit ausserhalb des Gesichtsfeldes liegendem Axenaustritt zu beobachten. Eine weitere optische Untersuchung verbietet die geringe Dicke der Krystalle.

1-Phenyl-3-Methyl-4-Dimethylpyrazolon.

$N.C_6H_5$

N CO

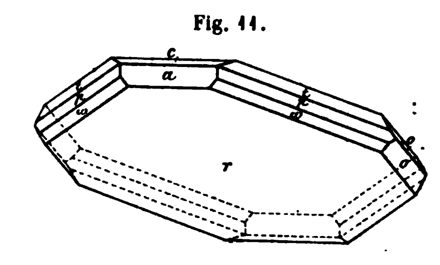
$CH_3.C$ —— $C.(CH_3)_2$

Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Ligroin krystallisirt. Schmelzpunkt 117°—120° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,8263 : 1 : 1,3588;$
$\beta = 78^\circ 36'.$

Fig. 11.



Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty \bar{P}\infty$, $o = \{\bar{1}11\} + P$, $p = \{850\}\infty P\frac{8}{5}$, $\omega = \{857\} - \frac{8}{7}P\frac{8}{5}$, $t = \{855\} + P\frac{8}{5}$, $r = \{\bar{1}01\} + \bar{P}\infty$ (Fig. 11).

Die farblosen, vollkommen klaren Krystalle sind alle tafelförmig nach dem Hemidoma $\{\bar{1}01\} + \bar{P}\infty$, etwa 5 mm breit und lang und 2—3 mm dick.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : r = (00\bar{1}):(10\bar{1})$ =	*40° 32′	—
$a : r = (100):(10\bar{1})$ =	*60 52	—
$r : o = (10\bar{1}):(11\bar{1})$ =	*49 53	—
$p : p = (850):(8\bar{5}0)$ =	96 22	95° 48′
$r : t = (10\bar{1}):(85\bar{5})$ =	46 9	46 1
$r : p = (10\bar{1}):(850)$ =	70 10	70 57
$r : \omega = (\bar{1}01):(857)$ =	77 56	78 24
$a : o = (100):(11\bar{1})$ =	71 52	71 43
$t : o = (85\bar{5}):(11\bar{1})$ =	33 1	32 37
$r : x = (\bar{1}01):(201)$ =	89 30	89 2

Wenig vollkommene Spaltbarkeit ist nach dem negativen Hemidoma $x = -2\bar{P}\infty$ vorhanden.

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zur Symmetrieebene;

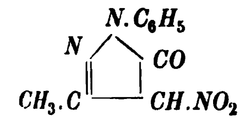
auf ihr beträgt die Auslöschungsschiefe etwa 25° zur c-Axe im spitzen Winkel β. Die Auslöschungsschiefe auf der Prismenfläche (850) beträgt zur Kante $(\bar{1}01):(850)$ im spitzen durch die Kanten $(\bar{1}01):(850)$ und $(850):(8\bar{5}0)$ gebildeten Winkel etwa 11°. Der scheinbare optische Axenwinkel wurde auf der Spaltungsfläche $-2P\infty$ in Oel für Natriumlicht gemessen zu

$$2H_a = 77^\circ 59'.$$

Da nun der Brechungscoëfficient β an einem Prisma, dessen brechende Kante senkrecht zur Symmetrieebene in der Ebene (201) lag und dessen brechender Winkel $\varphi = 49^\circ 3'$ einen Ablenkungswinkel von $\delta = 30^\circ 20'$ bei Natriumlicht ergab, zu 1,5384 bestimmt wurde, so ergiebt sich bei dem Brechungscoëfficienten n des Oeles = 1,4718

$$2V_a = 74^\circ 2'.$$

1-Phenyl-3-Methyl-4-Nitropyrazolon.



Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 258° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,8367 : 1 : 2,74887;$$
$$\beta = 75^\circ 40'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $r = \{\bar{1}01\}+P\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $\pi = \{420.455.39\} - \frac{140}{12}P\frac{13}{12}$ (Fig. 12).

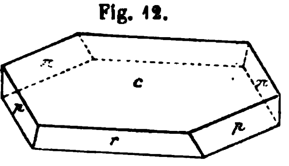


Fig. 12.

Dié weingelben, anfangs durchsichtigen, sich leicht zersetzenden Krystalle sind nach der Basis $0P$ dicktafelförmig, in der Richtung der b-Axe etwas verlängert, etwa 2—3 mm lang, 1,5 mm breit und 1—1,5 mm dick. Bei den wenigen leidlich guten Krystallen fehlten zu dem Prisma p und der Pyramide π ihre Gegenflächen, so dass möglicher Weise eine Hemimorphie nach der a-Axe vorliegen könnte, derart, dass vorn das Prisma $p = \infty P$, hinten die Pyramide $\pi = -\frac{140}{12}P\frac{13}{12}$ entwickelt wäre. Bei der grossen Winkeldifferenz der in Betracht kommenden Flächen glaubte ich nicht die Formen ohne weiteres vereinigen zu dürfen.

Es wurden folgende Winkel

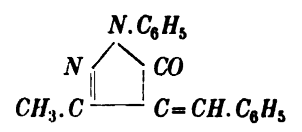
		gemessen:	berechnet:
$c : r$	$= (001):(\bar{1}01)$	= *66° 32′	—
$c : p$	$= (001):(110)$	= *83 3	—
$r : p$	$= (10\bar{1}):(110)$	= *67 13	—
$c : \pi$	$= (00\bar{1}):(\bar{4}\bar{2}\bar{0}.455.\bar{3}\bar{9})$	= 81 49	81° 50′
$r : \pi$	$= (\bar{1}01):(\bar{4}\bar{2}\bar{0}.455.\bar{3}\bar{9})$	= 70 4	69 26
$p : \pi$	$= (110):(420.455.\bar{3}\bar{9})$	= 57 14	56 47

Vollkommene Spaltbarkeit ist sowohl nach dem positiven Hemidoma $+P\infty$ wie nach dem Klinopinakoid $\infty P\infty$ vorhanden.

Die optische Axenebene ist parallel der Basis. Die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid ist parallel der Klinodiagonale. Auf dem positiven Hemidoma $+P\infty$ tritt am Rande des Gesichtsfeldes eine optische Axe aus. Auf dem Klinopinakoid sieht man in Luft nur das optische Mittelbild; in Oel treten ganz am Rande beide Axen aus. Der optische Axenwinkel ist sehr gross.

Eine weitere Untersuchung war in Folge der anfangenden Zersetzung nicht möglich.

1-Phenyl-3-Methyl-4-Benzylidenpyrazolon.

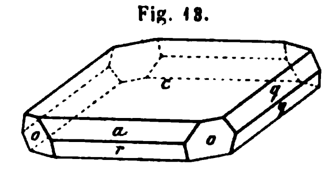


Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Alkohol im Vacuum krystallisirt. Schmelzpunkt 106⁰—107⁰ C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,68642 : 1 : 1,4308;$$
$$\beta = 82^0 34'.$$

Fig. 13.



Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $a = \{100\} \infty P\infty$, $o = \{\bar{1}11\} +P$, $q = \{021\} 2P\infty$, $r = \{\bar{1}01\} +P\infty$ (Fig. 13).

Die blutrothen, durchsichtigen Krystalle sind tafelförmig nach der Basis $0P$, etwa 1—1,5 mm breit und lang und 0,3—0,5 mm dick. Im Allgemeinen gaben die Flächen gute, wenn auch schwache Reflexe. Die Ausbildung der Krystalle war insoweit verschieden, dass nur selten alle Flächen der Hemipyramide ausgebildet waren; meist war nur ein Flächenpaar vorhanden und das andere nur angedeutet.

Es wurden folgende Winkel

		gemessen:	berechnet:
$c : a$	$= (001):(100)$	$= *82^0 34'$	—
$c : o$	$= (001):(\bar{1}11)$	$= *73\ 45$	—
$a : o$	$= (\bar{1}00):(\bar{1}11)$	$= *41\ 31$	—
$c : q$	$= (001):(021)$	$= 70\ 7$	$70^0 34'$
$a : q$	$= (100):(021)$	$= 87\ 29$	$87\ 32$
$o : q$	$= (\bar{1}11):(021)$	$= 52\ 48$	$52\ 44$
$c : r$	$= (001):(10\bar{1})$	$= 109\ 28$	$109\ 28$

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach dem Orthopinakoid $\infty P\infty$ und nach dem Klinopinakoid $\infty P\infty$ vorhanden, wenig vollkommene nach der Pyramidenfläche $(\bar{1}11)$.

Die Symmetrieebene ist Ebene der optischen Axen. Die Auslöschungs-

schiefe auf dieser Fläche beträgt circa 20° zur Klinodiagonale im spitzen Winkel β. Auf der Basis $0P$ tritt am Rande des Gesichtsfeldes im stumpfen Winkel β eine Axe aus. Auf dem Orthopinakoid ist etwas seitlich fast in der Mitte des Gesichtsfeldes der Austritt einer Axe zu beobachten. Eine weitere Untersuchung war wegen der geringen Dicke der Krystalle ausgeschlossen.

1,3-Diphenyl-5-Methylpyrazol.

$N.C_6H_5$

N — $C.CH_3$

$C_6H_5.C$ — CH

Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Ligroin krystallisirt. Schmelzpunkt 62° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,63975 : 1 : 3,1033;$$
$$\beta = 89^0 24'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $r = \{\bar{1}01\} + P\infty$, $s = \{101\} - P\infty$ (Fig. 14).

Fig. 14.

Die farblosen, klaren Krystalle sind nach der Basis $0P$ tafelförmig, etwa 0,5—1,5 mm dick, 2—3 mm breit und lang. Die Fläche $-P\infty$ tritt nur an wenigen Krystallen auf; die Hemidomen sind stets nur sehr klein entwickelt.

Folgende Winkel wurden

	gemessen:	berechnet:
$c : a = (001):(100) =$	*89° 24'	—
$p : a = (110):(100) =$	*69 15	—
$c : s = (001):(101) =$	*49 16	—
$c : p = (00\bar{1}):(110) =$	90 15	90° 13'
$c : r = (00\bar{1}):(10\bar{1}) =$	49 33	49 58
$p : r = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}01) =$	74 45	74 24
$p : s = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}0\bar{1}) =$	73 51	74 17

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach dem Orthopinakoid $\infty P\infty$, weniger gute nach dem Klinopinakoid $\infty P\infty$ vorhanden.

Die Symmetrieebene ist Ebene der optischen Axen. Die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid ist sehr gering, sie beträgt etwa 7° gegen c im stumpfen Winkel β. Auf der Basis steht die erste Mittellinie nahezu senkrecht. Auf dem Orthopinakoid $\infty P\infty$ ist der seitliche Austritt einer Axe zu beobachten. Der scheinbare optische Axenwinkel wurde auf der Basis, die wenig schiefer zum Orthopinakoid einfallend angeschliffen wurde, in Oel für Natriumlicht gemessen zu

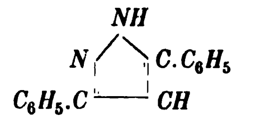
$$2H_a = 69^0 15'.$$

Da nun der Brechungscoëfficient β an einem Prisma, dessen brechende Kante der Symmetrieaxe parallel ging und dessen brechender Winkel

$\varphi = 48^0 50'$ einen Ablenkungswinkel $\delta = 27^0 7'$ für Natriumlicht ergab, zu 1,4883 bestimmt wurde, so ergiebt sich bei dem Brechungscoëfficienten n des Oeles = 1,4718

$$2V_a = 68^0 22' \text{ für Natriumlicht.}$$

3,5-Diphenylpyrazol.



Dargestellt von Herrn Prof. Dr. Knorr.

Die besten Krystalle sind aus einer Mischung von ungefähr 5 Theilen Alkohol und 3 Theilen Ligroin bei schneller Krystallisation erhalten. Schmelzpunkt bei 200° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,98725 : 1 : 1,1606;$$
$$\beta = 56^0 15'.$$

Fig. 15.

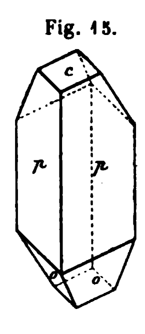
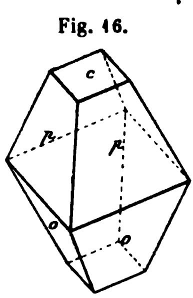


Fig. 16.



Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $p = \{110\} \infty P$, $o = \{\bar{1}11\} + P$ (Fig. 15 und 16).

Die farblosen, vollkommen durchsichtigen Krystalle sehen zum Theil wie rhombische Pyramiden aus, zum Theil sind sie durch Vorherrschen des Prismas ∞P von prismatischer Gestalt. Die Basis $0P$ ist nur an einigen Krystallen beobachtet. Die Länge der prismatischen Krystalle in der Richtung der c-Axe beträgt 3—4 mm, ihre Breite und Dicke etwa 2 mm.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : p = (001):(110)$ =	*64°34′	—
$p : p = (110):(1\bar{1}0)$ =	*78 46	—
$c : o = (001):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	*75 49	—
$p : o = (1\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	84 48	84°36′
$p : o = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	39 33	39 37
$o : o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	85 51	85 52

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zur Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe beträgt auf dem Klinopinakoid etwa 44° gegen c im spitzen Winkel β, auf dem Prisma (110) circa 35° gegen c im spitzen durch die Kanten $(110):(1\bar{1}0)$ und $(110):(11\bar{1})$ gebildeten Winkel, auf der Pyramidenfläche $(\bar{1}11)$ etwa 16° zur Kante $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ im spitzen durch die Kanten $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ und $(\bar{1}11):(001)$ gebildeten Winkel. Die scheinbaren optischen Axenwinkel wurden auf $\infty P\infty$ und auf der dazu senkrechten mit

der Basis einen Winkel von 78° bildenden Fläche in Oel für Natriumlicht gemessen zu:

$$1)\ 2H_o = 138°15'$$
$$2)\ 2H_a = \ \ 43\ 17$$

Aus diesen Werthen berechnet sich der wahre spitze Axenwinkel zu

$$2V_a = 43°30' \text{ für Natriumlicht.}$$

Da die Krystalle sehr spröde waren und nicht in genügender Anzahl zu Gebote standen, gelang eine directe Bestimmung des mittleren Brechungscoëfficienten β nicht, ist aber aus den obigen Werthen und bei dem Brechungscoëfficienten n des Oeles $= 1,4718$ zu berechnen zu

$$\beta = 1,48087.$$

3,5-Dimethylpyrazol.

$N-H$
$N \quad C.CH_3$
$CH_3.C$ — CH

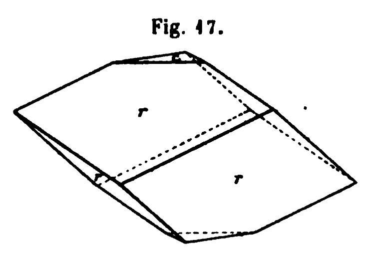
Dargestellt von Herrn Dr. Rosengarten.
Aus verdünntem Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 107° C.

Krystallsystem: Hexagonal, rhomboëdr.-hemiëdr.

$$a : c = 1 : 0,89314.$$

Beobachtete Formen: $c = \varkappa\{0001\}0R$, $r = \varkappa\{10\bar{1}1\}+R$ (Figg. 17, 18, 19).

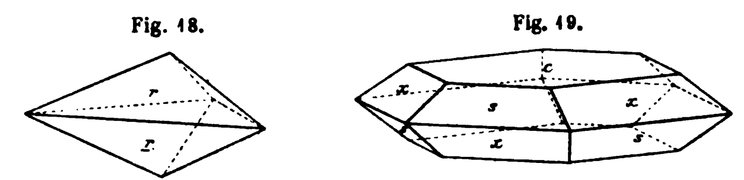
Fig. 17.



Die farblosen, wasserhellen Krystalle sind meist Rhomboëder mit der Basis $0R$; sie sind etwa 2—2,5 mm dick und breit. Zwillingsbildung nach $0R$ ist ziemlich häufig, wobei dann stets nur das eine Individuum die Basis zeigt, mit welcher die Krystalle festgewachsen sind.

Anders sind die aus Wasser erhaltenen Krystalle beschaffen.

Fig. 18. Fig. 19.



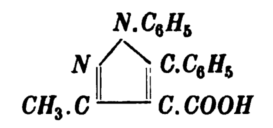
Sie sind tafelförmig nach der Basis $0R$ und von hexagonalem, durch zwei Rhomboëder verschiedener Stellung $s = +\frac{3}{4}R$ und $x = -\frac{5}{8}R$ bedingtem Umriss. Da nicht entschieden werden konnte, welches von den beiden Rhomboëdern als positives aufzufassen ist, so habe ich zunächst in Fig. 19 das Rhomboëder $\frac{3}{4}R$ als solches angenommen.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : r = (0001):(10\bar{1}1) =$	*45° 53′	—
$r : r = (10\bar{1}1):(\bar{1}101) =$	76 52	76° 54′
$r : r' = (10\bar{1}1):(\bar{1}01\bar{1}) =$	88 13	88 14 für die Zwillinge
$c : s = (0001):(30\bar{3}4) =$	37 43	37 43
$c : x = (0001):(5\bar{5}08) =$	32 28	32 48
$s : x = (30\bar{3}4):(5\bar{5}08) =$	33 23	33 50

Nach der Basis $0R$ ist ziemlich vollkommene Spaltbarkeit vorhanden. Doppelbrechung stark, negativ.

1,5-Diphenyl-3-Methylpyrazol-4-Carbonsäure.



Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Eisessig im Vacuum krystallisirt. Schmelzpunkt 205° C.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$\alpha = 82° 26'$, $\beta = 64° 20'$, $\gamma = 95° 58'$.

$a : b : c = 0,92918 : 1 : 1,0136$.

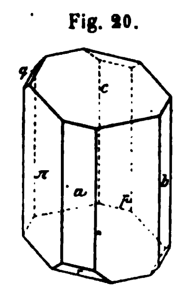


Fig. 20.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P'$, $\pi = \{1\bar{1}0\}\infty{}'P$, $q = \{01\bar{1}\}{}'\breve{P}{}_{,}\infty$, $r = \{10\bar{1}\}{}_{,}\bar{P}{}_{,}\infty$ (Fig. 20).

Die schwach gelblichen, ein wenig trüben Krystalle sind nach der c-Axe säulenförmig; ihre Länge beträgt etwa 3 mm, ihre Dicke und Breite etwa 1—1,5 mm. Die Flächen geben im Allgemeinen gute Reflexe; $'\breve{P}{}_{,}\infty$ und ${}_{,}\bar{P}{}_{,}\infty$ sind stets nur klein ausgebildet.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$a : b = (100):(0\bar{1}0) =$	*87° 0′	—
$c : a = (001):(100) =$	*64 49	—
$c : b = (001):(010) =$	*84 27	—
$b : p = (010):(110) =$	*51 35	—
$c : r = (00\bar{1}):(10\bar{1}) =$	*61 21	—
$c : p = (001):(110) =$	66 55	66° 33′
$a : \pi = (100):(1\bar{1}0) =$	38 51	38 56
$c : \pi = (001):(1\bar{1}0) =$	74 27	75 10
$c : q = (00\bar{1}):(01\bar{1}) =$	45 3	45 6

Spaltbarkeit ist nicht beobachtet worden.

Auf dem Brachypinakoid $\infty\breve{P}\infty$ beträgt die Auslöschungsschiefe zur c-Axe etwa 31° im spitzen Winkel β. In diesem Winkel sieht man auf dem Brachypinakoid eine optische Axe austreten. Auf der Basis $0P$ ist gerade Auslöschung parallel der Makrodiagonale vorhanden.

Eine weitere optische Untersuchung verbietet die geringe Grösse der Krystalle.

1,5-Diphenyl-3-Methylpyrazol-4-Carbonsäureester.

$N.C_6H_5$

N $C.C_6H_5$

$CH_3.C$ — $C.COO.C_2H_5$

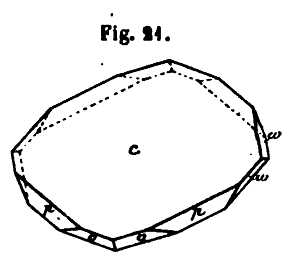
Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 121°—122° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,82042 : 1 : 1,3858$;
$\beta = 51° 25'$.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $p = \{110\}\infty P$, $o = \{\bar{2}12\}+P2$, $\omega = \{5.15.\bar{1}\bar{2}\} + \frac{5}{4}R3$ (Fig. 21).

Fig. 21.



Die farblosen, vollkommen durchsichtigen Krystalle sind nach der Basis $0P$ tafelförmig, etwa 2,5—3 mm breit, 3 mm lang und 0,3—0,5 mm dick. Die Flächen geben mit Ausnahme von $\{001\}0P$ und $\{110\}\infty P$ meist keine guten Reflexe, und daraus ist die Differenz zwischen gemessenen und berechneten Winkeln zu erklären. An allen Krystallen herrscht stets nächst der Basis $0P$ das Prisma ∞P vor.

Es wurden folgende Winkel

		gemessen:	berechnet:
$c : p =$	$(001):(110)$	$= *58° 20'$	—
$p : p =$	$(110):(1\bar{1}0)$	$= *65\ 20$	—
$o : o =$	$(21\bar{2}):(2\bar{1}\bar{2})$	$= *44\ 33$	—
$c : o =$	$(001):(21\bar{2})$	$= 88\ 6$	$87° 50'$
$c : \omega =$	$(001):(5.15.\bar{1}\bar{2})$	$= 111\ 28$	$111\ 1$
$p : o =$	$(110):(21\bar{2})$	$= 33\ 53$	$33\ 37$
$p : \omega =$	$(110):(5.15.\bar{1}\bar{2})$	$= 59\ 50$	$59\ 21$
$\omega : \omega =$	$(5.15.\bar{1}\bar{2}):(\bar{5}.15.12)$	$= 59\ 33$	$60\ 16$

Nach dem Prisma $\{110\}\infty P$ ist vollkommene Spaltbarkeit vorhanden.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf der Prismenfläche (110) beträgt etwa 20° gegen die c-Axe im spitzen durch die Kanten $(110):(1\bar{1}0)$ und $(110):(00\bar{1})$ gebildeten Winkel. Auf der Basis $\{001\}0P$ ist der seitliche Austritt einer optischen Axe an der vorderen Prismenkante zu beobachten.

Wegen der sehr geringen Dicke der Krystalle war eine weitere Untersuchung resultatlos.

1,5-Diphenyl-3-Methylpyrazolin.

$N.C_6H_5$
$N \quad C<^{C_6H_5}_{H}$
$CH_3.C \text{——} CH_2$.

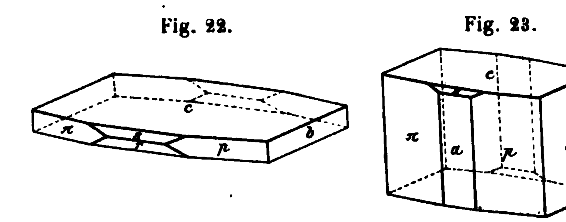
Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 109° C.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$\alpha = 81^\circ 51', \quad \beta = 89^\circ 20', \quad \gamma = 91^\circ 44';$$
$$a : b : c = 0{,}217455 : 1 : 0{,}45806.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $a = \{100\} \infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\} \infty\breve{P}\infty$, $p = \{110\} \infty P'_,$, $\pi = \{1\bar{1}0\} \infty{}'_,P$, $r = \{10\bar{1}\} {}_,\bar{P}_,\infty$, $s = \{101\} {}'\bar{P}'\infty$ (Fig. 22 und 23).

Fig. 22. Fig. 23.



Die weingelben, anfangs durchsichtigen, dann beim Liegen an der Luft matter werdenden Krystalle sind säulenförmig nach der c-Axe oder tafelförmig nach der Basis $0P$. Sie sind etwa 2—3 mm lang, wenn sie prismatischen Habitus haben — sonst etwa 0,5 mm hoch — und 1 mm dick und breit. Den säulenförmigen Krystallen fehlen meist die Makrodomen r und s, oder es ist nur das vordere obere klein entwickelt. Den tafelförmigen Individuen fehlt dagegen stets das Makropinakoid.

Es wurden folgende Winkel

		gemessen:	berechnet:
$c : a$	$= (001):(100)$	$= *89^\circ 32'$	—
$c : b$	$= (001):(010)$	$= *81\ 52$	—
$a : b$	$= (100):(0\bar{1}0)$	$= *88\ 20$	—
$b : \pi$	$= (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	$= *76\ 0$	—
$c : s$	$= (001):(101)$	$= *64\ 50$	—
$b : s$	$= (0\bar{1}0):(101)$	$= 87\ 35$	$87^\circ 58'$
$a : \pi$	$= (100):(1\bar{1}0)$	$= 12\ 20$	$12\ 18$
$c : r$	$= (00\bar{1}):(10\bar{1})$	$= 65\ 45$	$64\ 46$
$b : r$	$= (010):(10\bar{1})$	$= 84\ 28$	$84\ 58$
$c : p$	$= (001):(110)$	$= 87\ 31$	$87\ 48$

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach den Pinakoiden $\infty\bar{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$, weniger gute nach der Basis $0P$ vorhanden.

Die Auslöschungsschiefe beträgt auf der Basis $0P$ zur a-Axe etwa 58° im stumpfen Winkel γ, die auf dem Brachypinakoid $\infty\breve{P}\infty$ gegen a etwa 32° im stumpfen Winkel β und auf dem Makropinakoid $\infty\bar{P}\infty$ zur b-Axe etwa 62° im spitzen Winkel α. Auf dem Brachypinakoid $\infty\breve{P}\infty$ tritt in dem

durch die Kanten (001):(010) und (100):(010) gebildeten Winkel am äussersten Rande des Gesichtsfeldes eine Axe aus.

Die Substanz ist deutlich pleochroitisch, und zwar ist:

1) auf der Basis $0P$ der Strahl, der mit der a-Axe im stumpfen Winkel γ den Winkel 58° bildet, grün gefärbt, der dazu senkrechte graugrün;
2) auf dem Makropinakoid $\infty\bar{P}\infty$ der Strahl, der mit der b-Axe den Winkel 62° im spitzen Winkel α bildet, hell gelbgrün, der dazu senkrechte dunkler, aber ebenfalls gelbgrün gefärbt;
3) auf dem Brachypinakoid $\infty\breve{P}\infty$ der Strahl, welcher mit der Brachydiagonale im stumpfen Winkel β 32° bildet, dunkel grüngelb, der dazu senkrechte ebenso, aber viel heller gefärbt.

Bisantipyrin.

```
        N.C6H5          N.C6H5
CH3.N  /   \  CO    OC  /   \  N.CH3
  CH3.C ===== C ---- C ===== C.CH3
```

Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Holzgeist krystallisirt. Schmelzpunkt 245 C.
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 3,9042 : 1 : 1,5101;$$
$$\beta = 68^\circ 26'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $r = \{\bar{1}01\}+P\infty$, $p = \{110\}\infty P$ (Fig. 24 und 25).

Fig. 24.

Fig. 25.

Die farblosen, wasserhellen Krystalle sind nach der Verticalaxe säulenförmig, etwa 3 mm lang und 1—1,5 mm dick und breit. Neben einfachen Krystallen von der Combination $0P$, $\infty P\infty$, $+P\infty$ und $0P$ kommen Zwillinge nach dem Orthopinakoid $\infty P\infty$ vor, denen dann das Hemidoma $+P\infty$ fehlt.

Folgende Winkel wurden .

		gemessen:	berechnet:
$c : a =$	$(001):(100) =$	*68° 26′	—
$a : p =$	$(100):(110) =$	*74 36	—
$c : r =$	$(001):(\bar{1}01) =$	*22 45	—
$c : p =$	$(001):(110) =$	84 15	84° 24′
$c : c' =$	$(001):(00\bar{1}) =$	43 12	43 8 für die Zwillinge

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach der Basis $0P$ beobachtet.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf dem angeschliffenen Klinopinakoid beträgt etwa 37° gegen c im stumpfen Winkel β. Auf dem Orthopinakoid $\infty P\infty$ tritt eine Axe seitlich

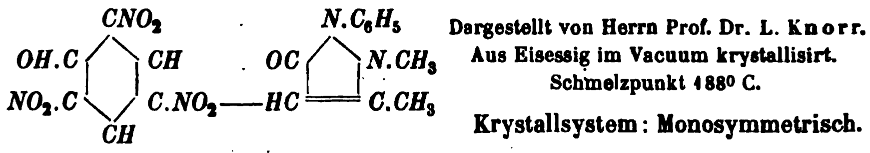
aus, nur bei den Zwillingskrystallen sieht man auf dieser Fläche zwei Axen symmetrisch austreten; auch auf der Basis $0P$ ist der seitliche Austritt einer Axe zu beobachten. Der scheinbare optische Axenwinkel wurde auf einer Fläche, die mit der Basis einen Winkel von ungefähr 15° bildet und angeschliffen wurde, in Luft und Oel für Natriumlicht gemessen

$$1)\ 2E = 98^\circ\ 4'$$
$$2)\ 2H_a = 63\ \ 35$$

Da nun der Brechungsexponent β an einem Prisma, dessen brechende Kante der Symmetrieebene parallel ging, und dessen brechender Winkel $\varphi = 40^\circ 31'$ den Ablenkungswinkel $\delta = 23^\circ 31'$ ergab, zu 1,5308 für Natriumlicht bestimmt wurde, so ergiebt sich bei dem Brechungscoëfficienten n des Oeles = 1,4718

$$2V_a = 60^\circ 52' \text{ für Natriumlicht.}$$

Antipyrinpikrat.



Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.
Aus Eisessig im Vacuum krystallisirt.
Schmelzpunkt 188° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,0783 : 1 : 3,9121;$$
$$\beta = 40^\circ 17'.$$

Fig. 26.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\!\!\!/\infty$, $b = \{010\}\infty R\!\!\!/\infty$, $r = \{\bar{1}01\}+P\!\!\!/\infty$, $p = \{110\}\infty P$ (Fig. 26).

Die honiggelben, durchsichtigen Krystalle sind nach der c-Axe nadelförmig, etwa 3—4 mm lang, 0,3—0,5 mm dick und 0,5—0,8 mm breit. An vielen Krystallen fehlt das Prisma ∞P und das Hemidoma $+P\!\!\!/\infty$. An wenigen Krystallen schien mir noch sehr klein ein Klinodoma, wahrscheinlich das primäre, angedeutet zu sein. Seine Flächen waren aber so klein und so schlecht, dass ich sie nicht messen konnte.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : a = (001):(100)$	= *40° 17′	—
$b : p = (010):(110)$	= *55 7	—
$a : r = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	= *12 43	—
$c : p = (001):(110)$	= 51 24	51° 15′

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach der Basis $0P$ und nach dem Klinopinakoid $\infty R\!\!\!/\infty$ beobachtet worden.

Die Symmetrieebene ist Ebene der optischen Axen. Die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid ist nahezu parallel der Klinodiagonale. Auf dem Orthopinakoid tritt fast in der Mitte des Gesichtsfeldes eine optische Axe aus.

Da die Krystalle sehr dünn waren, war eine weitere optische Untersuchung ausgeschlossen.

1-Phenyl-3-Methyl-5-Methoxybispyrazol.

```
          N.C6H5                        N.C6H5
     N  /      \  C(OCH3)   (CH3O)C  /      \  N
        ||      ||                   ||      ||
CH3.C  ——————   C ————————————— C  ——————   C.CH3
```

Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.

Aus einer Mischung von gleichen Theilen Alkohol und Aether im Vacuum krystallisirt. Schmelzpunkt 186°—187° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,33919 : 1 : 0,94842;$$
$$\beta = 88^{0}\, 43'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}\, 0P$, $p = \{110\} \infty P$, $r = \{\bar{1}01\} + P\!\!\!/\infty$, $s = \{101\}$ $- P\!\!\!/\infty$, $o = \{\bar{2}21\} + 2P$, $\omega = \{221\} - 2P$ (Fig. 27).

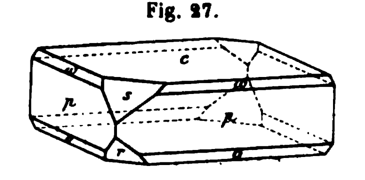


Fig. 27.

Die farblosen, vollkommen durchsichtigen Krystalle sind nach der Basis $\{001\}\, 0P$ tafelförmig, etwa 1 mm lang und breit und 0,5—0,75 mm dick. Die Hemipyramiden sind stets nur sehr klein entwickelt und bei den Hemidomen zeichnet sich gewöhnlich eine Fläche durch besondere Grösse aus, während die Parallelflächen meist nur angedeutet sind.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : p = (001):(110) =$	*89° 14′	—
$p : p = (110):(1\bar{1}0) =$	*106 28	—
$c : r = (001):(\bar{1}01) =$	*35 44	—
$c : s = (001):(101) =$	34 55	34° 52′
$s : p = (101):(110) =$	69 35	69 19
$c : o = (001):(\bar{2}\bar{2}1) =$	67 41	67 45
$c : \omega = (001):(221) =$	66 37	66 26

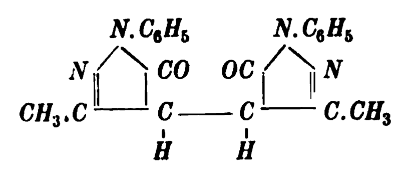
Wenig gute Spaltbarkeit ist nach der Symmetrieebene und dem positiven Hemidoma vorhanden.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf derselben geht der Klinodiagonale parallel und beträgt auf dem Prisma (110) etwa 14° gegen c im spitzen durch die Kanten $(110):(1\bar{1}0)$ und

(110):(00$\bar{1}$) gebildeten Winkel. Auf der Basis $0P$ beobachtet man das Axenbild, doch mit ausserhalb des Gesichtsfeldes liegendem Axenaustritt. Auf dieser Fläche war der scheinbare Axenwinkel weder in Luft, noch in Oel zu messen.

Eine weitere optische Untersuchung war der geringen Grösse der Krystalle wegen ausgeschlossen.

Bis-1-Phenyl-3,4-Dimethylpyrazolon.

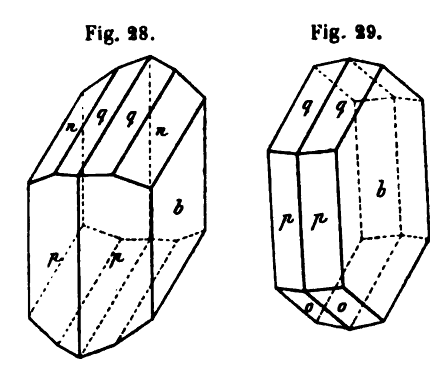


Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr. Aus mit Wasser verdünntem Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 164° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}50149 : 1 : 0{,}49106$;
$\beta = 67^\circ 34'$.

Fig. 28. Fig. 29.



Beobachtete Formen: $b = \{010\}$ $\infty P\!\!\!\!\backslash\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $q = \{011\}P\!\!\!\!\backslash\infty$, $n = \{031\}3P\!\!\!\!\backslash\infty$, $o = \{\bar{2}11\}+2P2$ (Fig. 28 und 29).

Die farblosen, vollkommen durchsichtigen Krystalle sind tafelförmig nach dem Klinopinakoid $\infty P\!\!\!\!\backslash\infty$; sie sind etwa 2–3 mm lang, 0,5–0,8 mm dick und 1 mm breit. Die Combination der Flächen ist verschieden; neben $\infty P\!\!\!\!\backslash\infty$, ∞P und $P\!\!\!\!\backslash\infty$ ist entweder $\{\bar{2}11\}+2P2$ oder $\{031\}3P\!\!\!\!\backslash\infty$ entwickelt. Die stets am stärksten entwickelte Fläche ist das Klinopinakoid $\infty P\!\!\!\!\backslash\infty$.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$q : q = (011):(0\bar{1}1)$ =	*20° 1′	—
$p : b = (110):(010)$ =	*65 8	—
$p : q = (110):(011)$ =	*65 32	—
$b : o = (010):(\bar{2}11)$ =	79 54	79° 59′
$p : o = (\bar{1}10):(\bar{2}11)$ =	65 33	65 36
$q : o = (011):(\bar{2}11)$ =	44 36	44 4
$n : b = (031):(010)$ =	62 5	62 4

Vollkommene Spaltbarkeit ist nach dem Orthopinakoid $\infty \bar{P}\infty$, weniger vollkommene nach dem positiven Hemidoma $+\bar{P}\infty$ vorhanden.

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zur Symmetrieebene. Die Auslöschungsschiefe auf dem Klinopinakoid beträgt etwa 6° gegen c im spitzen Winkel β. Auf den Prismenflächen (110) und (1$\bar{1}$0) ist die Aus-

löschungsschiefe sehr gering, etwa 3° zur c-Axe im spitzen durch die Kanten (110):(1$\bar{1}$0) und (00$\bar{1}$):(110) gebildeten Winkel. Da der scheinbare optische Axenwinkel in Luft auf der Symmetrieebene nicht zu messen war, wurde er in Oel gemessen und ergab:

$$2H_o = 134^\circ 51'$$ für Natriumlicht.

Die Bestimmung des mittleren Brechungsexponenten β liess sich wegen der geringen Dicke der Krystalle nicht ausführen.

Phenylhydrazinbenzalaceton.

CH_3
$C = N - NH - C_6H_5$
$CH = CH.C_6H_5$

Dargestellt von Herrn Prof. Dr. L. Knorr.

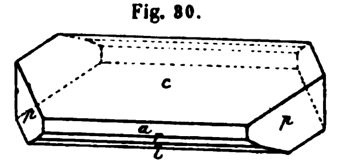
Die besten Krystalle sind aus einer Mischung von gleichen Theilen absoluten Alkohols und Ligroins erhalten. Schmelzpunkt 156° C.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,80033 : 1 : 1,6871;$$
$$\beta = 62^\circ 17'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $a = \{100\} \infty P\!\!\!/\infty$, $r = \{\bar{1}01\} + P\!\!\!/\infty$, $l = \{\bar{3}04\} + \frac{3}{4}P\!\!\!/\infty$, $p = \{110\} \infty P$ (Fig. 30).

Fig. 30.



Die honiggelben, leidlich durchsichtigen Krystalle sind nadelförmig oder dünnsäulenförmig nach der Orthodiagonale entwickelt und etwa 2—2,5 mm lang, 1 mm breit und 0,3—0,5 mm dick. Die Combination ist bei allen Krystallen gleich, und stets sind die Flächen der Hemidomenzone mit Ausnahme der Basis $0P$ nur sehr klein ausgebildet.

Es wurden folgende Winkel

	gemessen:	berechnet:
$c : a = (001):(100)$	= *62°17′	—
$a : p = (100):(1\bar{1}0)$	= *57 54	—
$a : r = (100):(10\bar{1})$	= *61 56	—
$a : l = (100):(30\bar{4})$	= 75 4	74°59′

Die Krystalle sind nach der Symmetrieebene $\infty P\!\!\!/\infty$ sehr vollkommen spaltbar, weniger vollkommen nach dem Orthopinakoid $\infty P\!\!\!/\infty$.

Die Symmetrieebene ist Ebene der optischen Axen. Auf der Basis beobachtet man Axenaustritt mit am Rande des Gesichtsfeldes liegenden Axen. Auf dem Orthopinakoid tritt fast genau in der Mitte des Gesichtsfeldes eine Axe aus. Der spitze scheinbare optische Axenwinkel beträgt

1) in Luft: $2E = 81^\circ 34'$ für Natriumlicht,
2) in Oel: $2H_a = 67\ 20$ - -

Die Bestimmung des mittleren Brechungscoëfficienten β blieb wegen der geringen Dicke der Krystalle resultatlos.

Morphotropische Reihen.

I.

Name	Constitution	Schmelzpunkt	Krystallsystem	$a : b : c$	β	$0P$ zu:	$0P$ zu:		$\infty\bar{P}\infty$ zu:	$0P$ zu:
4-Bromantipyrin	$CH_3.N\langle N.C_6H_5 \rangle CO$, $CH_3.C = CBr$	117° C.	hexagon., rhomb.-hemiëdr.	$a : c = 1 : 0{,}29451$	—	—	—	—	—	—
Antipyrin	$CH_3.N\langle N.C_6H_5 \rangle CO$, $CH_3.C = CH$	113° C.	monosymmetrisch	2,4883 : 1 : 2,2781	68° 2′	$+\bar{P}\infty$ 55° 19′	$+2\bar{P}\infty$ 84° 46′	$+\bar{P}\infty : +2\bar{P}\infty$ 29° 27′	$\bar{P}\infty$ 78° 24′	$\bar{P}\infty$ 63° 46′
4-Methylantipyrin	$CH_3.N\langle N.C_6H_5 \rangle CO$, $CH_3.C = C.CH_3$	82° C.	-	3,8503 : 1 : 3,0746	59 4	$+\frac{9}{8}\bar{P}\infty$ 55° 4′*	$+\frac{9}{4}\bar{P}\infty$ 67° 10′*	$+\frac{9}{8}\bar{P}\infty : +\frac{9}{4}\bar{P}\infty$ 32° 6′*	—	—
4-Aethylantipyrin	$CH_3.N\langle N.C_6H_5 \rangle CO$, $CH_3.C = C.C_2H_5$	68° C.	-	0,80934 : 1 : 0,44105	58 8	$+\frac{5}{3}\bar{P}\infty$ 55° 59′*	$+\frac{10}{3}\bar{P}\infty$ 88° 29′*	$+\frac{5}{3}\bar{P}\infty : +\frac{10}{3}\bar{P}\infty$ 32° 30′*	—	—
4-Oxyantipyrin	$CH_3.N\langle N.C_6H_5 \rangle CO$, $CH_3.C = COH$	182° C.	-	2,2566 : 1 : 2,0293	57 30	$+\frac{9}{10}\bar{P}\infty$ 50° 23′*	$+\frac{9}{8}\bar{P}\infty$ 84° 33′	$+\frac{9}{10}\bar{P}\infty : +\frac{9}{8}\bar{P}\infty$ 34° 10′*	$\frac{11}{10}\bar{P}\infty$ 75° 24′*	$\frac{11}{10}\bar{P}\infty$ 62° 2′*

Aus der vorstehenden Zusammenstellung ersieht man deutlich, dass der Schmelzpunkt vom 4-Bromantipyrin bis zum 4-Aethylantipyrin regelmässig abnimmt, und nur im 4-Oxyantipyrin einen stark aus der Reihe abweichenden Werth repräsentirt. Während nun 4-Bromantipyrin hexagonal krystallisirt, findet man bei den übrigen vier Substanzen eine stetige Abnahme des Winkels β. Bei dem Axenverhältnisse ist, wie man sieht, die Uebereinstimmung eine geringere, auch wenn man eine andere Grundform für die einzelnen Körper wählt. Die grösste Aehnlichkeit besitzen die Winkel in der Hemidomenzone, wie aus den theils beobachteten, theils nur berechneten Winkeln — diese sind mit einem Stern kenntlich gemacht — hervorgeht.

II.

Name	Constitution	Schmelzpunkt	Krystallsystem	$a:b:c$	β	$0P:\infty P$	$\infty P:\infty P$
Antipyrin	$N.C_6H_5$ $CH_3.N$ ⌒ CO $CH_3.C$ = CH	113° C.	monosymmetrisch	0,6092 : 1 : 0,86746	78°13'	79°54'*	61°38'*
1-Phenyl-3-Methylpyrazolidon	$N.C_6H_5$ NH ⌒ CO $CH_3.CH$ — CH_2	84° C.	-	0,57891 : 1 : ?	80 10	81 54	59 28

Eine zweite ähnliche Gruppe stellen Antipyrin und 1-Phenyl-3-Methylpyrazolidon dar, bei welchen man mit sinkendem Schmelzpunkt eine Steigerung des Winkels β und eine leidliche Uebereinstimmung im Axenverhältniss und in den Winkeln erkennt. In dieser Tabelle ist das Antipyrin, abweichend von dem früheren, so aufgestellt worden, dass die von Zimányi beobachtete positive Hemipyramide $+4P4$ zum primären Prisma ∞P wird und dabei die Basis $0P$ Basis bleibt.

III.

Name	Constitution	Schmelzpunkt	Krystallsystem	$a:b:c$	β	$0P:\infty P$	$\infty P:\infty P$
Antipyrin	$N.C_6H_5$ $CH_3.N$ ⌒ CO $CH_3.C$ = CH	113° C.	monosymmetrisch	0,6092 : 1 : 0,86746	78°13'	79°54'*	61°38'*
2-Propylantipyrin (1-Phenyl-2-Propyl-3-Methylpyrazolon)	$N.C_6H_5$ $C_3H_7.N$ ⌒ CO $CH_3.C$ = CH	93° C.	-	0,65058 : 1 : 0,14229	82 24	83 37*	65 38*

Das Antipyrin zeigt bei derselben Aufstellung wie in der vorigen Tabelle II auch mit dem 2-Propylantipyrin eine grosse Aehnlichkeit; hier steigt ebenfalls bei sinkendem Schmelzpunkt der Werth für β und die anderen Winkel.

IV.

Name	Constitution	Schm.-Punkt	Krys.-Syst.	$a:b:c$	β	$0P: +\frac{1}{2}P\infty$	$0P: -\frac{1}{2}P\infty$	$0P:+P$	$+P:+P$	$0P:-P$	$-P:-P$	$0P:P\infty$	$-P:P\infty$
1-Phenyl-3-Methylpyrazolon	$N.C_6H_5$ N CO $CH_3.C$ CH	127° C.	Monosymmetrisch	0,92865:1:1,4167	85°10′	39°5′	35°32′	67°13′*	77°44′*	64°28′	73°26′	54°57′	40°11′
1-Phenyl-3,4-Dimethylpyrazolon	$N.C_6H_5$ N CO $CH_3.C$ $CH.CH_3$	120° C.	-	1,109:1:1,43185	82 59	85°14′*	34°1′*	66°36′*	85°36′*	59°7′*	79°12′*	55°14′	35 17*
1-Phenyl-3-Methyl-4-Dimethylpyrazolon	$N.C_6H_5$ N CO $CH_3.C$ $C(CH_3)_2$	56° C.	-	1,8263:1:1,3588	78 36	$0P: +P\infty$ 40°32′	$0P: -P\infty$ 33°54′*	$0P: +2P2$ 70°21′*	$+2P2: +2P2$ 78°30′*	$0P: -2P2$ 36°46′*	$-2P2: -2P2$ 68°40′*	53°1′	—
1-Phenyl-3-Methyl-4-Nitropyrazolon	$N.C_6H_5$ N CO $CH_3.C$ $CH.NO_2$	258° C.	-	1,8367:1:2,74887	75 40	$0P: +\frac{1}{2}P\infty$ 41°40′*	$0P: -\frac{1}{2}P\infty$ 31°27′*	$0P:+P2$ 72°16′*	$+P2: +P2$ 80°14′*	$0P:-P2$ 53°10′*	$-P2: -P2$ 67°26′*	$0P: \frac{1}{2}P\infty$ 53°6′*	$-P2: \frac{1}{2}P\infty$ 38°6′*
1-Phenyl-3-Methyl-4-Benzylidenpyrazolon	$N.C_6H_5$ N CO $CH_3.C$ $C{=}CH.C_6H_5$	106°—107° C.	-	0,68642:1:1,4308	82 34	$0P: +\frac{2}{3}P\infty$ 36°7′*	$0P: -\frac{2}{3}P\infty$ 32°48′*	$0P:+P\frac{3}{2}$ 67°29′	—	$0P:-P\frac{3}{2}$ 59°41′	—	54°48′	—

Eine gute Uebereinstimmung zeigen 1-Phenyl-3-Methylpyrazolon bis 1-Phenyl-3-Methyl-4-Dimethylpyrazolon. Bei fallendem Schmelzpunkt nimmt der Winkel β ziemlich gleichmässig ab. Auch lassen sich die Axen unter sich gut auf einander beziehen, so dass bei entsprechenden Aenderungen die Winkel sehr gut mit einander übereinstimmen. Auch das 1-Phenyl-3-Methyl-4-Nitropyrazolon, sowie das 1-Phenyl-3-Methyl-4-Benzylidenpyrazolon zeigen in dem Axenverhältnisse und den Winkeln gute Beziehungen zu den vorigen, nur steht der Schmelzpunkt des ersteren und andererseits beim letzten der Winkel β ganz aus der Reihe.

V.

1,3-Diphenyl-5-Methylpyrazol, 3,5-Diphenylpyrazol und 3,5-Dimethylpyrazol müssten nach der chemischen Zusammensetzung ebenfalls eine Reihe bilden; es gelang mir aber mit den bis jetzt vorhandenen Winkeln nicht, eine gleichmässige Aufstellung derselben zu erreichen. 1,3-Diphenyl-5-Methylpyrazol und 3,5-Diphenylpyrazol krystallisiren im monosymmetrischen Systeme, 3,5-Dimethylpyrazol dagegen hexagonal.

VI.

Aehnlich verhält es sich mit 1,5-Diphenyl-3-Methylpyrazol-4-Carbonsäure und seinem Ester. Auch hier erlauben die vorhandenen Daten keine morphotropische Vergleichung der beiden Körper.

VII.

Die noch verbleibenden Substanzen endlich gehören weder chemisch noch physikalisch einer gleichmässigen Reihe an.

Mineralogisches Institut der Universität Jena,
im December 1894

XIV. Beobachtungen am Zinnstein.

Von

W. Kohlmann in Aachen.

(Aus dem mineralogischen Institut der königl. technischen Hochschule.)

Die Reichhaltigkeit der Zinnsteinsuite der mineralogischen Hauptsammlung der königl. technischen Hochschule zu Aachen, vermehrt durch eine von Herrn Bergassessor Dr. Martin im Jahre 1893 von der Malayischen Halbinsel, aus Burma und Siam mitgebrachte, veranlasste mich die Vorräthe durchzuarbeiten.

Das Erzgebirge ist in der Sammlung vertreten durch Stufen von Altenberg, Ehrenfriedersdorf, Geyer, Zinnwald, Schlaggenwald und Graupen; sodann finden sich Belegstücke von Cornwall, Pitkäranta und Ulrikasborg bei Helsingfors (Finland), von der Insel Banka, vom Mount Bischoff und von Ben Lomond (Tasmanien). Je eine Stufe oder einzelne Krystalle und Gerölle entstammen den Fundorten: Maria de Beariz bei Carballino, Prov. Orense (Spanien), Fourneaux (Savoyen), Prov. Guanajuato (Mexico). Nur die krystallisirten Vorkommnisse sollen hier beschrieben werden.

Die Zinnsteinkrystalle der verschiedenen Fundorte weichen in ihrem Habitus zum Theil von einander ausserordentlich ab. Becke*) unterscheidet drei Typen: den sächsisch-böhmischen, den der Cornwaller Nadelzinnerze und den von Pitkäranta. Eine solche Eintheilung ist indess nicht streng durchführbar, da es auch an Uebergängen nicht fehlt. So kann man die Zinnsteine von Maláka keinem der Typen einreihen: sie stehen zwischen dem vom Erzgebirge und dem von Cornwall.

Die Zinnsteine des Erzgebirges zeigen im Allgemeinen eine gleichmässige Entwickelung in der Richtung der a- und c-Axen, sind kurzprismatisch. Die gute Ausbildung der Prismen und das fast durchgängige Fehlen der Basis charakterisiren sie gegenüber den anderen Typen. Die

---

*) Tschermak's miner. Mitth. 1877, 243—260. Ref. diese Zeitschr. 2, 316.

Krystalle weisen gewöhnlich auf: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $h\{210\}$, $s\{111\}$, $e\{101\}$. Ausserdem beobachtete ich als seltenere Formen: $r\{320\}$, $r_1\{430\}$, $\iota\{313\}$, $b\{212\}$, $z\{321\}$, $f\{835\}$ und $c\{001\}$. Die Gestalten m und s fehlen niemals und herrschen meist vor, während ich Krystalle ohne a und e sah; h ist sehr häufig, r und r_1 sind selten. Die letzte Gestalt ist an Krystallen des Erzgebirges bisher nicht erwähnt worden. Sie wurde zuerst von Gadolin*) an Krystallen von Pitkäranta, später von Hessenberg**) an einem Cornwaller Krystalle beobachtet. Ich fand sie an einem schön ausgebildeten Zwillinge von Schlaggenwald, dessen beide Individuen eine reiche Prismenzone zeigten, gebildet von a, h, r, r_1 und m. Nachstehend gebe ich die an diesem Zwillinge beobachteten und berechneten Werthe an:

		Beobachtet:	Berechnet***):
$a : m$	$= (100):(110)$	44° 53′	45° 0′ 0″
$m : h$	$= (110):(210)$	18 24	18 26 6
-	-	18 25	-
$a : h$	$= (100):(210)$	26 44	26 33 54
-	-	26 32	-
-	-	26 35	-
-	-	26 37	-
$h : r$	$= (210):(320)$	7 5	7 7 30
-	-	7 18	-
-	-	7 11	-
-	-	7 12	-
$r : r_1$	$= (320):(430)$	3 6	3 10 48
$r_1 : m$	$= (430):(110)$	8 13	8 7 48
$r : r$	$= (320):(3\bar{2}0)$	22 12	22 37 12

Die ditetragonale Pyramide $b\{212\}$ wurde zuerst von Herrn Professor Arzruni†) an einem Krystalle von Altenberg und später von mir mehrfach an anderen Krystallen derselben Stufe beobachtet. An jenem Krystalle fand Herr Professor Arzruni auch eine zweite neue Gestalt $g\{10.1.10\}$. Die ditetragonale Pyramide $f\{835\}$ wurde von mir als neu an zwei Krystallen derselben Stufe beobachtet.

Die Krystalle, welche diese neuen Formen zeigten, sind klein, hellbraun und durchsichtig. Sie sassen mit gediegen Wismuth und Molybdänglanz auf derbem Quarz. Ausser den neuen Gestalten zeigten sie a, h, m,

---

*) Verh. miner. Ges. St. Petersburg 1855—1856, 184—196.

**) Miner. Notizen 1864, Heft 6, 18.

***) Den Berechnungen ist das von Becke ermittelte Axenverhältniss $a : c = 1 : 0{,}67232$ zu Grunde gelegt worden, wobei sich indess einige Abweichungen von der Rechnung dieses Forschers ergaben.

†) Unveröffentl. Beob. 1885.

c, *e*, *t* und *s*. Die Formen *g* und *b* treten in der Zone *es* auf; *f* gehört der Zone *me* an und wurde an einem Krystalle zweimal, an dem anderen einmal gut ausgebildet beobachtet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : s = (110):(111)$	46°26′	46°26′ 40″
$s : c = (111):(001)$	43 34	43 33 20
$m : e = (110):(101)$	66 45	66 45 51
$e : f = (101):(835)$	20 11	20 7 51
- -	19 56	-
- -	20 14	-
$m : f = (110):(835)$	46 42	46 37 58
- -	46 42	-
- -	46 33	-
$e : t = (101):(313)$	40 35,5	40 32 8
$s : t = (111):(313)$	18 38	18 37 25
$e : b = (101):(212)$	15 36	15 35 16
$s : b = (111):(212)$	13 44	13 34 17
$a : s = (100):(111)$	60 47,5	60 50 27

Die Basis ist bei diesem Typus selten, und, wenn sie auftritt, matter und weniger gut entwickelt, als die anderen Flächen. Die Seltenheit der Basis schreibt Becke der ausgesprochenen Neigung zur Zwillingsbildung zu. Ausser an den erwähnten Krystallen sah ich sie an zwei Schlaggenwalder einer und derselben Stufe. Die Messung wurde an dem einen, der wie fast alle Zwillinge nur mit einer einseitigen Endigung versehen war, des Interesses wegen an beiden *ec*-Zonen und beiden *sc*-Zonen durchgeführt.

	Beobachtet:	Berechnet:
$e_1 c$	33°46′	33°54′ 50″
$e_3 c$	33 29	-
$e_2 c$	33 46	-
$e_4 c$	33 53	-
$s_1 c$	43 59	43 33 20
$s_3 c$	43 7	-
$s_2 c$	43 12	-
$s_4 c$	43 3	-

Fast noch mehr als durch die Combination der Formen ist der sächsisch-böhmische Typus durch die ausserordentliche Neigung zur Zwillingsbildung ausgezeichnet. Einzelkrystalle gehören zu den grössten Seltenheiten und selbst diejenigen Exemplare, welche einfache Krystalle zu sein scheinen, sind fast immer versteckte Zwillinge. Die Verzwillingung erfolgt bekanntlich nach einer Fläche der verwendeten Pyramide $e\{101\}$. Die Zwillinge

sind immer derart aufgewachsen, dass die *c*-Axen der beiden Individuen nach oben convergiren.

Sowohl in dem Habitus der sie zusammensetzenden Individuen, als auch noch mehr durch den Verlauf der Zwillingsgrenze zeigen die Zwillinge eine grosse Mannigfaltigkeit. Gewöhnlich sind oben an beiden Individuen *e* und *s* noch zu sehen und bilden einspringende Winkel. Es entstehen so die »Visirgraupen« der sächsischen Bergleute. Oft stösst oben das Prisma des einen Individuums an die Pyramide des anderen, oder die Prismen beider stossen unmittelbar aneinander. In den beiden letzten Fällen verschwindet oben der einspringende Winkel. Eine besondere Art der letzteren Verwachsung ist die, bei welcher *m* allein oder herrschend auftritt. Diese Zwillinge haben einen ausgesprochenen rhombischen Habitus und Becke vergleicht sie sehr treffend mit den Speerkiesen des Markasits. Eine eigenthümliche und seltene Art der Aufwachsung sah ich an einem Zwillinge von der Insel Banka, deren Krystalle, nach den mir vorliegenden Stufen, dem ersten Typus zuzurechnen sind. Der Zwilling ist mit einer gemeinsamen Fläche von *a*{100} aufgewachsen. Er zeigt nur die gewöhnlichen Formen *m*{110}, *a*{100}, *s*{111} und *e*{101}. Durch Herrschen der gemeinsamen *a*-Fläche und Wölbung der benachbarten *a*-Flächen hat er eine herzförmige Gestalt.

Nicht selten treten mehr als zwei Individuen zu einander in Zwillingsstellung. Der Habitus der mehrfachen Verzwillingung ist dreierlei Art. Gewöhnlich bilden sich kreisförmige Viellinge, indem die Einzelkrystalle abwechselnd nach den gegenüberliegenden *e*-Flächen verwachsen sind. Die *c*-Axen des ganzen Gebildes liegen hierbei in einer Ebene, welche den *a*-Flächen sämmtlicher Individuen entspricht, während die normal zu dieser Ebene stehenden *a*-Flächen eine Zone bilden, d. h. sich in parallelen Kanten schneiden. Da die *c*-Axen einen Winkel von 112° 10′ 20″ mit einander einschliessen, so würde, bei einem Zusammentreten von fünf Individuen zu einem Kreise, das fünfte mit dem ersten unter einem Winkel von 91° 18′ 40″ zusammenstossen. Wie bei den Zwillingen tritt auch hier eine grosse Mannigfaltigkeit des Habitus auf, durch Vorherrschen von *a* oder *m* und durch den Verlauf der Zwillingsgrenze. Eine eigenthümliche Form entsteht durch Vorherrschen von *a* und unmittelbares Zusammenstossen der Prismen. So sah ich einen herrlichen Drilling, bei dem *a* prachtvoll glänzte; an demselben war ausserdem nur *m* sichtbar. Die *a*-Flächen, welche bei allen drei Individuen je dreimal auftraten, waren zweimal allen gemeinsam und der Drilling erschien bei flüchtiger Betrachtung als ein Theil eines hexagonalen Krystalles, bei dem das gemeinsame *a* der Endfläche, die mittleren *a*-Flächen einem sechsseitigen Prisma und *m* der zugehörigen Pyramide entsprachen.

Die zweite Verwachsungsart, die auch eine Kreisform bildet, entsteht

dadurch, dass die Individuen abwechselnd nach benachbarten *e*-Flächen verzwillingt sind. Es schneiden sich hierbei die *m*-Flächen der Sonderkrystalle in parallelen Kanten. Diese Art der Verwachsung wurde bekanntlich zuerst von G. Rose*) beim Rutil von Graves Mount, Georgia, U. St. A., beobachtet, bei dem sie auch häufiger ist, als beim Zinnstein. Ein schönes Beispiel dieser Verzwillingung zeigt ein Vierling, an welchem *m* und Visire mit *s* und *e* herrschen.

Bei der dritten Art der wiederholten Zwillingsverwachsung tritt ein Individuum als Stammkrystall auf, nach dessen verschiedenen *e*-Flächen vier bezw. acht Individuen angelagert sind.

Der erste Zinnsteintypus ist entschieden der häufigste. Ihm gehören von den in der Aachener Sammlung vertretenen Fundorten, ausser den Zinnsteinen des Erzgebirges an: diejenigen der Insel Banka, von Fourneaux und Maria de Beariz, zum Theil die des Mount Bischoff und viele von Cornwall. Becke rechnet ausserdem diesem Typus zu die Zinnerze von Nértschinsk.

Da von den Krystallen des ersten Typus am eingehendsten die von Altenberg gemessen wurden, so mögen hier die Ergebnisse dieser Messungen in ihrer Gesammtheit zusammengestellt werden. Die Werthe, welche die Neigungen von *s* und *e* gegen *c* angeben, beziehen sich zum Theil auch auf Krystalle von Schlaggenwald.

	Zahl der Mess.:	Zahl der Kryst.:	Gemessen. Grenzwerthe:	Mittel:	Berechnet:
(100):(110)	15	6	44°53' —45° 9'	44°59',5	45° 0' 0"
(110):(210)	13	6	18 7 —18 40	18 21,5	18 26 6
(100):(210)	15	7	26 14 —26 52	26 35,4	26 33 54
(110):(111)	5	3	46 19,5—46 40	46 25,7	46 26 40
(111):(001)	7	2	43 3 —43 59	43 23,5	43 33 20
(110):(001)	1	1	—	89 58,5	90 0 0
(101):(001)	4	1	33 29 —33 59	33 46	33 54 50
(101):(100)	2	2	56 39,5—56 57,5	56 48,5	56 5 10
(100):(001)	1	1	—	90 1	90 0 0
(101):($\bar{1}$01)	1	2	67 31 —68 15	67 53	67 49 40
(110):(101)	4	2	66 43 —66 48,5	66 45,8	66 45 49
(101):(0$\bar{1}$1)	4	3	46 16 —46 42	46 30	46 28 22
(101):(835)	3	2	19 56 —20 14	20 7	20 7 51
(110):(835)	3	2	46 33 —46 42	46 39	46 37 58
(010):(111)	14	6	60 16 —60 58	60 47	60 50 27
(111):(101)	9	4	28 14 —29 34	29 1	29 9 33

*) Pogg. Annal. 1862, 115, 643.

	Zahl d. Mess.:	Zahl d. Kryst.:	Gemessen. Grenzwerthe:	Mittel:	Berechnet:
(101):(313)	10	4	9° 52′ —11° 1,5	10° 28′	10° 32′ 8″
(111):(313)	10	4	18 25 —20 13	18 37,3	18 37 25
(111):(212)	3	2	13 27 —13 44	13 35,3	13 34 17
(101):(212)	3	2	15 28 —16 10	15 45	15 35 16
(212):(313)	2	1	5 8,5— 5 27	5 18	5 3 8
(10.1.10):(313)	1	1	—	7 22	7 20 31
(10.1.10):(101)	1	1	—	3 8,5	3 11 37

Die Beobachtungen (10.1.10):(313), (10.1.10):(101), (212):(111), (212):(101) und (212):(313), welche von Herrn Prof. Arzruni gemacht wurden, sind, da sie noch nicht zur Veröffentlichung gelangten, der Vollständigkeit halber in die Tabelle mit aufgenommen worden.

Der zweite Typus ist durch die spitzpyramidale Endigung charakterisirt. Krystalle dieses Habitus haben daher den Namen »Nadelzinnerz« erhalten. Die in der Aachener Sammlung enthaltenen waren leider zu Messungen nicht geeignet, wegen der Unebenheit und Rauhheit ihrer Flächen. Nur bei einem besonders spitzen wurde eine Messung versucht. Der Winkel zwischen zwei Flächen einer steilen Pyramide erster Stellung beträgt 88° 56′, welcher dem Symbol {551} entsprechen würde, gegenüber dem theoretischen Werth von 88° 53′ 40″. Diese Form ist bisher mit Sicherheit nur an Krystallen von Pitkäranta beobachtet worden. Die Einstellung der Reflexe war wegen der schlechten Beschaffenheit der Flächen indess eine unsichere, und ich möchte daher das Auftreten dieser Gestalt an Cornwaller Krystallen nur als wahrscheinlich hinstellen, zumal auch Phillips*) sie beobachtet zu haben scheint.

Die Zwillinge der Cornwaller Krystalle unterscheiden sich von denen des Erzgebirges dadurch, dass sie gerade umgekehrt aufgewachsen sind: bei den sächsischen convergiren die *c*-Axen nach oben, bei den englischen divergiren sie. Eine Mittelstellung zwischen beiden nimmt die bei dem Zwillinge von der Insel Banka beschriebene Aufwachsung mit einer gemeinsamen *a*-Fläche, indem die *c*-Axen horizontal liegen.

Von den bekannten Cornwaller Pseudomorphosen des Zinnsteins bezw. eines Gemenges von Zinnstein und Quarz nach Orthoklas besitzt die Aachener Sammlung bemerkenswerthe Belegstücke, die wegen der complicirten Orthoklasverzwillingung sehr interessant sind. Zum grössten Theile sind sie von Laspeyres**) beschrieben worden. Das interessanteste derselben ist indess in der Litteratur noch nicht erwähnt worden. An diesem wieder-

*) Trans. Geol. Soc. London 1814, 2, 336—376, Tafel 15—26.

**) Diese Zeitschr. 1877, 1, 344.

holten Zwillinge sind die drei häufigsten Gesetze der Orthoklasverwachsung vertreten, indem ein Karlsbader Zwilling mit einem Manebacher nach dem Bavenoer Gesetze verwachsen ist. Der Karlsbader Zwilling, ein rechter, und der Manebacher sind gut entwickelt und zeigen dieselben Gestalten: *P*{001}, *M*{010}, *l*{110} und *y*{$\bar{2}$01}. Die Basis des einen Individuums des Karlsbader Zwillings ist nun parallel mit *M* des Manebacher. Zwillingsebene des ganzen Gebildes ist also die Fläche *n*{021}. Eine spiegelbildliche Gleichheit gegenüber einer Symmetrieebene ist für die beiden, verschiedenen Gesetzen unterworfenen Zwillinge, den Karlsbader und Manebacher, nicht denkbar. Es ist daher wohl richtiger, die Verwachsung wie folgt auszudrücken: das erste Individuum ist mit dem zweiten nach dem Karlsbader, das zweite mit dem dritten nach dem Bavenoer und das dritte mit dem vierten nach dem Manebacher Gesetze verzwillingt.

Dem zweiten Typus rechnet Becke auch die Zinnsteine von Maláka zu. Der Grund hierfür scheint das häufige Auftreten von *z*{321} zu sein. Nach meinen Beobachtungen nähern sich diese Krystalle indess viel mehr dem ersten Typus. Das mir zur Verfügung stehende Material bildete die eingangs erwähnte Zinnsteinsuite, die das Aachener mineralogische Institut Herrn Bergassessor Dr. Martin verdankt. Sie enthält gute Krystalle von zwei Fundorten der malayischen Halbinsel: aus den Provinzen Selangor und Perak.

Die Zinnsteine von Selangor sind meist einfache Krystalle, die zuweilen mit horizontaler *c*-Axe aufgewachsen sind. Die Prismenzone ist gut entwickelt und zeigt fast immer *a*, *h* und meist herrschend *m*, seltener *r*{320} und r_1{430}. Das letztere an finländischen Krystallen häufige, sonst aber sehr seltene Prisma sah ich an drei Krystallen. Ausserdem beobachtete ich ein ditetragonales Prisma, welches mit *m* einen Winkel von 3° 1′ bildet, was dem Symbol {10.9.0} entsprechen würde. Der theoretische Werth ist 3° 0′ 46″. Der Reflex dieser Fläche, obwohl schwach, war doch bei einer gewissen Incidenz deutlich genug, um das Auftreten der neuen Gestalt als sicher hinstellen zu dürfen. Von Pyramiden treten *s*{111} und *e*{101} immer, *z*{321} sehr häufig auf. Die Endfläche scheint, wie bei den sächsischen Krystallen, sehr selten zu sein. Ich bemerkte sie nicht ein einziges Mal, weder bei dem Zinnstein von Selangor noch von Perak. Die Messungen an den Krystallen von Selangor ergaben:

	Zahl der Mess.:	Zahl der Kryst.:	Gemessen. Grenzwerthe:	Mittel:	Berechnet:
(110):(100)	11	5	44°30′—45°35′	44°59′	45° 0′ 0″
(100):(210)	12	6	25 27 — 27 24	26 39	26 33 54
(110):(210)	8	5	17 9 — 19 7	18 39	18 26 6
(210):(320)	2	2	7 0 — 7 7	7 3,5	7 7 30
(100):(320)	1	1	—	34 14	33 41 24

	Zahl der Mess.:	Zahl der Kryst.:	Gemessen. Grenzwerthe:	Mittel:	Berechnet:
(210):(430)	1	1	—	10°16′	10°18′18″
(320):(430)	2	2	2°56′— 3°11′	3 3,5	3 10 48
(110):(430)	3	3	7 56 — 8 14	8 3,6	8 7 48
(110):(10.9.0)	1	1	—	3 1	3 0 46
(110):(321)	6	5	24 46 — 25 26	24 59	24 58 37
(101):(321)	4	3	40 31 — 42 17	41 29	41 47 12
(321):(231)	1	1	—	20 54	20 54 20

Die Krystalle der Provinz Perak (von Lahat und von Siale bei Batu Gajah im Kintathal) sind meist Zwillinge, die in jeder Beziehung denen des Erzgebirges gleichen. Zu bemerken ist nur, dass *t*{313} ziemlich häufig ist und zuweilen die *e*-Flächen ganz verdrängt, wie dies an zwei Krystallen beobachtet wurde. Der eine davon ist ein Zwilling von wachsgelber Farbe, mit *m*, *a*, *s* und *t*. An Stelle der beiden zur Verwachsungsebene parallelen *e*-Flächen tritt *t* an beiden Individuen gross auf. Die Messungen ergaben keine guten Werthe. Häufiger als bei Krystallen anderer Fundorte sah ich bei den malayischen Zinnsteinen die Verzwillingung durch eine zarte Streifung angedeutet. Sie tritt oft nicht nur auf vereinzelten Flächen auf, sondern setzt sich nicht selten auf den benachbarten mit gleicher Deutlichkeit fort. Ein schönes Beispiel dieser Erscheinung lieferte ein grösserer Einzelkrystall von Selangor mit einer feinen Streifung auf *m*, die auch auf *s* und *e* zu sehen war. Auf *s* bildete sie naturgemäss einen kleineren Winkel mit der Kante *ms* als auf *m*, während sie auf *e* parallel der Kante *ae* verlief. Um vollkommene Gewissheit über die Richtung der Streifung zu erlangen, wurden die Winkel, welche sie auf *m* und *s* mit der Kante *ms* einschliesst, mittelst des Anlegegoniometers gemessen und ergaben befriedigende Resultate. Auch mehrfach sich kreuzende Streifung auf einer und derselben Fläche, also nach verschiedenen *e*-Flächen, beobachtete ich an verschiedenen Krystallen.

Bei dem dritten Typus, dem von Pitkäranta, herrscht die Fläche *c*{001}. Die Prismen scheinen im Allgemeinen uneben und gewölbt zu sein. Ein Krystall, der einzige, der gute Reflexe gab, zeigt die eigenartige Combination r_1{430}, *z*{321} und *c*{001} und erinnert im hohen Grade an einen von Gadolin beschriebenen und abgebildeten Krystall, der ebenfalls r_1{430}, *z*{321} und *c*{001} herrschend zeigt, daneben aber untergeordnet noch *u*{19.16.7}, *x*{111} und *v*{21.14.18}. Die Messungen an meinem Krystalle ergaben:

	Beobachtet:	Berechnet:
$r_1 : r_1 = (430):(340)$	16°21′	16°15′36″
$r_1 : z = (430):(321)$	22 2	22 37 58

	Beobachtet:	Berechnet:
$z : z = (321):(231)$	20° 53′	20° 54′ 20″
$z : z = (321):(3\bar{2}1)$	61 45	61 41 54

Als vierten Typus möchte ich den dreien von Becke noch den flachpyramidalen, bei dem $s\{111\}$ herrscht, anreihen. Ich beobachtete ihn an Krystallen von Tasmanien und von den hinterindischen Seifen, sowie an einigen Krystallen von Zinnwald. Neben s tritt oft noch e auf, wogegen m entweder ganz fehlt oder nur als äusserst feine Abstumpfung der s-Kanten erscheint. Nach der Beschreibung von Becke dürfte man diesem Typus auch noch die Krystalle von Penouta in Galicien (Spanien) zurechnen.

Eine Zusammenstellung der am Zinnstein beobachteten Gestalten ist zwar noch vor Kurzem von Goldschmidt*) gegeben worden, dieselbe bedarf indess einer Ergänzung. Abgesehen davon, dass durch eine Arbeit von Solly**) und die gegenwärtige neue Formen erkannt worden sind, deren Berücksichtigung natürlich vorher nicht möglich war, ist in jener Zusammenstellung manche sichere Form als zweifelhaft bezeichnet und nicht aufgenommen worden. Ein neues Verzeichniss schien mir um so mehr erwünscht, als auch das von Solly gegebene lückenhaft ist.

Nr.	Signatur:	Symbol:	Erster Beobachter:
1	c	{001}	Haüy***) 1801
2	a	{100}	- -
3	h	{210}	Phillips†) 1814

*) Index d. Kryst.-Formen, 3, 339 ff., Berlin 1891.

**) Miner. Mag. 1892, 9, 199 ff. (März 1891, Nr. 43). Vergl. diese Zeitschr. 1894, 22, 303.

***) Traité de Min. Paris 1801, 4, 137 ff. Pl. LXXIX—LXXX. Alle hier im Verzeichnisse Haüy zugeschriebenen Gestalten, die übrigens schon von Romé de l'Isle (1783) abgebildet worden sind, beansprucht Solly (l. c.) für W. Phillips (l. c. 1814) und meint, Becke habe Haüy als ersten Beobachter angeführt, weil ihm die Arbeit von Phillips, welche vor der 2. Auflage von Haüy's Traité (1822) erschien, entgangen sei. Er selbst übersieht aber offenbar, dass Haüy bereits in der ersten Auflage seines Werkes (1801) alle diese Formen erwähnt. Die einzige Gestalt, welche Becke mit Unrecht Haüy zuschreibt, während ihr erster Beobachter Phillips war, ist $h\{210\}$. Ebenso kommt {313} nicht Lévy, {501} nicht Miller, sondern beide Phillips zu. Bei Solly ist dagegen ferner irrthümlich {430} Phillips statt Gadolin, {551} diesem letzteren statt Nordenskiöld, {335} Phillips statt Miller zugeschrieben. Endlich mag noch bemerkt werden, dass in Solly's Zusammenstellung statt des Zeichens {3.1.12} das Symbol {3.11.2} gesetzt worden ist, ein Versehen, welches auch in das Referat im N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1892, 2, 15 (Rinne) übergegangen ist. Unbekannt sind Solly die Arbeiten von Bodewig und v. Zepharovich geblieben. Da die Signatur ϱ bereits 1878 von Bodewig für seine neue Form {221} verwendet worden ist, habe ich für Solly's {18.18.1} statt dieses Buchstabens Q gewählt.

†) Trans. Geol. Soc. London 1814, 2, 336—376, Tafel 15—26.

Nr.	Signatur:	Symbol:	Erster Beobachter:
4	r	{320}	Haüy 1801
5	ϱ	{750}	Gadolin 1855—1856
6	r_1	{430}	- -
7	l	{870}	- -
8	λ	{10.9.0}	Kohlmann 1894
9	k	{14.13.0}	Gadolin 1855—1856
10	m	{110}	Haüy 1801
11	e	{101}	- -
12	ω	{501}	Phillips*) 1823 (1837)
13	ψ	{120.120.1}	Solly 1891
14	Q	{18.18.1}	- -
15	p	{12.12.1}	- -
16	η	{771}	Gadolin 1855—1856
17	n	{661}	Solly 1891
18	$5p$	{551}	Nordenskiöld**) 1857
19	i	{552}	Miller***) 1852
20	q	{221}	Bodewig†) 1878
21	σ	{665}	v. Zepharovich††) 1880
22	s	{111}	Haüy 1801
23	s_1	{223}	Gadolin 1855—1856
24	y	{335}	Miller 1852
25	x	{114}	Gadolin 1855—1856
26	g	{10.1.10}	Arzruni 1885 (unveröff. Beob.)
27	ζ	{3.1.12}	Gadolin 1855—1856
28	t	{313}	Phillips 1823 (1837)
29	f	{835}	Kohlmann 1894
30	u_3	{942}	Gadolin 1855—1856
31	b	{212}	Arzruni 1885 (unveröff. Beob.)
32	u_1	{742}	Gadolin 1855—1856
33	v	{21.14.18}	- -
34	z	{321}	Haüy 1801
35	ν	{752}	Becke 1877
36	d	{432}	Solly 1891

*) An element. introduct. to Mineralogy, 4th edit. London 1837, p. 251. Ich citire diese vierte Ausgabe, weil mir die dritte vom Jahre 1823 nicht zugänglich war, auf welche sich aber die Angaben von Solly beziehen und die als erste Quelle anzusehen ist.

) Pogg. Ann. 1857, **101, 637.

***) An elem. introd. to Mineralogy by the late W. Phillips, New edit. by H. J. Brooke and W. H. Miller, London 1852, p. 230.

†) Groth, Die Min.-Samml. d. Kaiser-Wilhelm-Universität Strassburg 1878, S. 105.

††) »Lotos«, Prag 1880, Sonderabdr. S. 8 ff. und diese Zeitschr. 1882, **6**, 319.

Nr.	Signatur:	Symbol:	Erster Beobachter
37	u_2	{17.13.6}	Gadolin 1855—1856
38	Θ	{13.11.2}	Solly 1891
39	u	{19.16.7}	Gadolin 1855—1856
40	ξ	{761}	Hessenberg 1864
41	ε	{871}	Busz*) 1889

Es ist nicht unmöglich, dass Phillips bereits im Jahre 1814 die Gestalten {552} und {551} in den von ihm mit den Nummern 9 und 10 bezeichneten erkannt hatte. Die Zeichen ergeben sich aus den Zonen: 9 ist die gerade Abstumpfung der Kante (321 : 231), 10 gehört den Zonen [320 : 231] und [321 : 230] an. Die Winkelangaben stimmen aber mit der Rechnung nicht, ja die Neigungen beider Flächen zu (110) und (111) ergänzen sich nicht einmal annähernd zu 46° 26′ 40″. Ausserdem giebt Phillips Gestalten an, die er mit 8, 11 und 12 bezeichnet, aber nicht messen konnte. Ueber 8 lässt sich nichts aussagen; 11 ist aber als gerade Abstumpfung der Kante (101 : 011) und 12 als die der Kante (321 : 3$\bar{2}$1) an den Zeichnungen zu erkennen: der ersten würde dann das Symbol {112}, der zweiten das Symbol {301} zukommen. Uebrigens sind in einigen Zeichnungen die Zonen zweifelhaft. In seiner Elem. Introd. to Mineralogy 3^d^ edit. 1823 (die mir nicht zur Verfügung stand) und 4th edit. 1837 sind die Gestalten c und f_2 offenbar mit 11 und 9 identisch, wenn auch die Neigung von f_2 gegen {111} wieder anders angegeben wird. Solly meint f_2 könnte vielleicht seiner neuen Gestalt {661} entsprechen, was wohl nicht angeht, da diese Gestalt nicht die gerade Abstumpfung von (321 : 231) ist. Phillips giebt dann auch weitere Formen f_3 und k_2 an, welche nach Solly vielleicht {771} und {28.14.3} sein könnten, obwohl wiederum die Winkelwerthe für k_2 auf das vorausgesetzte Symbol nicht zurückführbar sind.

Von den Gestalten {112} und {301}, für welche wie gesagt keine Messungen vorliegen, wird die erstere auch von Hausmann**) angegeben, aber, ebenso wie seine {332} und {331}, auch ohne Messungen. Alle vier Gestalten konnten daher in das Verzeichniss nicht aufgenommen werden.

Wahrscheinliche Formen sind dagegen: {514}, {645}, {100.7.7}, {50.7.0} nach von Zepharovich und {11.8.0}, {970}, {540}, {650}, {760}, {11.10.0}, {32.31.0} nach Gadolin. Die beiden von demselben Forscher als nicht ganz sicher bezeichneten Gestalten {750} und {870} sind später die eine durch Bodewig, die andere durch Busz bestätigt worden.

Goldschmidt acceptirt in seiner Zusammenstellung die von Gadolin beobachteten Formen nur soweit, als sie von Anderen bestätigt werden,

*) Diese Zeitschr. 1889, **15**, 623.

) Handb. d. Mineralogie 2. Thl., **1, 219. Göttingen 1847. Vergl. auch Goldschmidt, Index d. Krystallformen **3**, 342. Berlin 1891.

trotzdem dieser Forscher vorzügliche Messungen zu seiner Beschreibung geliefert hat, die das Auftreten der von ihm als sicher bezeichneten Gestalten ausser Zweifel setzen. Ich habe daher nicht gezögert, sie sämmtlich aufzunehmen. Wenn Goldschmidt an dem Princip festhalten will, nur die durch wiederholte Beobachtung bestätigten Formen anzuerkennen, so durfte er auch die Gestalt {752} nicht aufführen, deren einziger Beobachter, Becke, selbst sagt, dass die Messung ziemlich unsicher sei, wenn sie auch am besten dem Symbole {752} entspreche. Freilich ist diese Form neuerdings von Solly wiedergefunden worden. Die von Goldschmidt aufgeführte Gestalt {311} nahm ich in mein Verzeichniss nicht auf, weil sie bei keinem sonstigen Autor zu finden ist.

Gadolin's Symbol {21.14.18} für die Gestalt v möchte von Zepharovich durch sein wahrscheinliches φ{645} ersetzt wissen. Gadolin's Beobachtung lieferte für vz 23° 51', d. h. einen Werth, welcher nahezu die Mitte zwischen den theoretischen Werthen für (21.14.18):(321) = 24° 16' und für (645):(321) = 23° 28' einnimmt. Das Symbol {645} hat insofern eine Wahrscheinlichkeit zu beanspruchen, als von Zepharovich die fragliche Gestalt als der Zone [111 : $1\bar{1}0$] angehörig fand, welcher {21.14.18} nicht angehört. Letztere Form ist aber ihrerseits nicht nur wahrscheinlich, sondern nach Beobachtungen Jereméjew's*) an sibirischen Krystallen auch als sicher gestellt zu betrachten.

Die Ausbildung der Krystallflächen des Zinnsteins ist im Allgemeinen eine wenig gestörte. Die Prismen zeigen zuweilen Verticalriefung bezw. Streifung, welche dadurch bedingt ist, dass das herrschende Prisma einer Stellung mit schmalen Flächen des Prismas der anderen Stellung oder solchen eines ditetragonalen Prismas alternirt. In dieser Streifung kommt oft die Ungleichwerthigkeit der Prismen beider Stellungen zum Ausdruck, indem das eine glatt und glänzend ist, das andere rauh und gestreift. Diesem Umstande ist auch wohl die bei einem Krystalle von Ehrenfriedersdorf beobachtete Erscheinung zuzuschreiben, dass die Flächen des Prismas erster Stellung blank waren, während die zwischenliegenden des Prismas zweiter Stellung sich mit einer dünnen drusigen Schicht von Eisenkies bedeckt zeigten. Es dürfte dies wohl nicht etwa einer Anziehung, ähnlich der elektrischen bei manchen Mineralien zuzuschreiben sein, sondern der Rauhheit von a{100}, welches die in Lösung befindliche Substanz festhielt und zum Absatze brachte.

Die durch Zwillingsbildung hervorgerufene Streifung bleibt natürlich bei keiner Fläche aus, da die Zwillingslamellen den ganzen Krystall durch-

*) Verh. min. Ges. St. Petersburg 1887 [2], 23, 269 ff. und diese Zeitschr. 1888, 13, 203 ff.

setzen. Sie tritt indessen auf verschiedenen Flächen meist mit verschiedener Deutlichkeit auf. Täfelungen zeigen sich nicht selten auf *m* und *s*: auf *m* als Polygone nach der *c*-Axe gestreckt, auf *s* als gleichschenklige Dreiecke.

Eine gesetzmässige Umgrenzung der napfförmigen Flächenvertiefungen, welche einem Mangel an Substanz bei der Bildung der Krystalle zuzuschreiben sind, beobachtete ich nur einmal und zwar an einer Stufe von Selangor. Es war eine scheinbar würfelartige Vertiefung auf einer schön glänzenden Krystallfläche, die sich nach der Tiefe stufenweise verjüngte, ähnlich wie bei schnell auskrystallisirtem Kochsalz. Die Orientirung derselben und die Bestimmung der Fläche, auf der sie sich zeigt, war wegen der unvollkommenen Umgrenzung des Krystalles nicht möglich. Ein quadratischer Umriss des Eindruckes wäre nur auf der Basis denkbar; die Grösse und gute Ausbildung der Fläche widersprechen jedoch der Annahme, dass sie {001} ist.

Das Zinnerz besitzt keine Charakterfarbe; gewöhnlich ist es braun, in den verschiedensten Tönen, von hellstem Braun bis zu dunklem Schwarzbraun. Selten ist es roth, gelb, blau. Ausgezeichnet durch die Mannigfaltigkeit und theilweise auch Schönheit der Farben sind die Zinnsteine von Maláka. Meist sind sie braun oder graublau, nicht selten roth oder gelb, auch trübweiss, ähnlich der Farbe des Halbopals; es kommen aber auch ganz oder theilweise farblose Krystalle vor. Das zum Theil schöne zarte Roth ist in der Durchsicht ein Rosaroth und geht zuweilen in's Fleischrothe über. Die einheitlichen Farben habe ich nach der Radde'schen internationalen Farbenscala zu bestimmen versucht: sie decken sich mit 42*n* (carmingrau), 39*m* (blaugrau), 7*u*-*v* (gelb). Oft wechseln die Farben an derselben Stufe und sogar an demselben Krystalle. Der letztere Farbenwechsel ist meist regellos, doch sah ich auch ein schönes Beispiel zonaler Farbenvertheilung, ähnlich der des Turmalins. Ein durchgebrochener Krystall zeigte das Prisma *m* — *a* trat nur sehr schmal auf — als dunklen, deutlich prismatischen Kern und eine rothe Hülle.

Welchem Umstande die verschiedenen Färbungen des Zinnerzes zuzuschreiben sind, ist bisher nicht ermittelt. Die braune Farbe wird gewöhnlich auf einen Gehalt an Eisenoxyd zurückgeführt. Die Analyse eines dunkelgefärbten Krystalles von Schlaggenwald ergab Becke indess einen sehr geringen Gehalt an Eisen und dieser Forscher bezeichnet es mit Recht als sehr auffallend. Das künstlich dargestellte Zinnerz zeigt alle möglichen Farben. Daubrée*) sagt darüber: »Die beim Einleiten von $SnCl_4$ und H_2O erhaltenen Zinndioxydkrystalle sind bald farblos und durchsichtig, bald braun, oft grünlich gefärbt; die verschiedenen Farben finden sich in derselben

*) Deutsche Ausgabe von A. Gurlt, Braunschweig 1880, S. 32.

Gruppe vor und entstehen zusammen.« Darüber, ob er chemisch reine Substanz benutzt hat, macht Daubrée leider keine Angaben.

Wie die Farbe, so wechselt manchmal an einem und demselben Krystalle der Glanz. An Exemplaren vom Erzgebirge sieht man zuweilen bei diamantglänzender Hülle einen matten, fast erdigen Kern, was vielleicht auf Holzzinnstructur des Inneren hinweist.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist der Zinnstein bekanntlich SnO_2. Gewöhnlich sind diesem aber kleine Mengen Eisenoxyd, Thonerde und Kieselsäure beigemengt. Becke fand in dem von ihm analysirten Zinnstein auch 0,41 % Kalkerde. Da die gelbe Färbung beim Zinnstein eine ziemlich seltene Erscheinung ist und keine Angaben über ihren Ursprung in der Litteratur sich fanden, so analysirte ich einen wachsgelben Krystall von Perak im chemisch-technischen Laboratorium der königl. technischen Hochschule zu Aachen.

Es giebt hauptsächlich zwei Methoden zur Aufschliessung des Zinnsteines: die eine mit Schwefel und Soda, die andere durch Glühen im Wasserstoffstrome. Beide Verfahren haben ihre Mängel. Bei dem ersten kann der Porzellantiegel mit angegriffen und daher die Bestimmung der Beimengungen ungenau werden; bei dem zweiten soll die Bestimmung des Zinns fehlerhaft sein, da sich immer metallisches Zinn dabei verflüchtige. Im vorliegenden Falle wurde daher nach beiden Methoden gearbeitet: nach der ersten wurden alle Bestandtheile bestimmt, nach der zweiten alle ausser Zinn. Das Ergebniss der Analyse nach der ersten Methode war:

SnO_2	100,01 %
Fe_2O_3	0,09
Al_2O_3	0,05
SiO_2	0,18
	100,33

Bei der Reduction im Wasserstoffstrome verloren 1,3103 g Substanz 0,2770 g an Gewicht. Bei reinem SnO_2 hätte der Gewichtsverlust 0,2790 g betragen müssen. Der in Salzsäure unlösliche Theil wurde nach dem Glühen citronengelb und deutete dadurch einen Gehalt an Wolframsäure an, was sich auch später bestätigte. Die Beimengungen waren nach der zweiten Analyse:

WO_3	0,11 %
FeO	0,12

Es dürfte also wohl 0,11 % WO_3 von 100,01 % SnO_2 in Abzug zu bringen sein. Da SiO_2 und Al_2O_3 durch die zweite Analyse nicht nachgewiesen werden konnten, so müssen sie im ersten Falle sicher dem Porzellantiegel entstammen. Demnach wäre das Endergebniss der Analyse folgendes:

SnO_2	99,90 %
WO_3	0,11
FeO	0,12
	100,13

Hiernach dürfte die gelbe Färbung der Krystalle vielleicht dem geringen Gehalte an Wolframsäure zugeschrieben werden.

Als Begleitminerale des Zinnsteines zeigten die mir vorliegenden Stufen des Erzgebirges: Wismuth, Fluorit, Molybdänit, Pyrit, Arsenkies (Plinian), Chalkopyrit, Quarz, Calcit, andere rhomboëdrische Carbonate (eisenhaltige), Wolfram, Apatit, Skorodit, Topas, Muscovit, Phlogopit (?), Zinnwaldit, Talk (Speckstein), Kaolin (Nakrit, Steinmark), Orthoklas. Einige dieser Minerale sind zum Theil schön krystallisirt. Sehr bemerkenswerth ist der Wolframit in plattenförmigen Krystallen an Ehrenfriedersdorfer Stufen. Eine Messung der Prismenzone eines solchen Krystalles ergab die Formen: *a*{100}, welches herrscht und die Plattenform bedingt, *m*{110}, *b*{010} und *l*{210}. Auf einer Stufe waren die Krystalle stark corrodirt, während die benachbarten Zinnsteinkrystalle schön glänzten.

Beiläufig sei bemerkt, dass die Corrosionserscheinungen am Wolframit, den ich anfangs für verzerrten Zinnstein hielt, mich veranlassten zu versuchen Aetzfiguren am Zinnstein, über die sich in der Litteratur keine Angaben finden, hervorzurufen. Die Aetzung war wegen der geringen Angreifbarkeit des Zinnsteines schwierig. Als Aetzmittel wurden verwendet: Flusssäure, Natronlauge und Schwefelnatrium. Die Einwirkung der Flusssäure war kaum merklich, aber auch die mit den Natriumverbindungen erhaltenen Aetzeindrücke waren nicht hinreichend deutlich, um Schlüsse über die Structur des Zinnsteines zu erlauben. Nur auf dem Prisma erster Stellung glaube ich unter dem Mikroskope verschiedentlich Sechsecke erkannt zu haben, an denen zwei Kanten parallel der Hauptaxe, die anderen parallel den Kanten *es* liefen.

Ueber die Begleitminerale des Zinnsteines der übrigen Fundorte lässt sich nur Weniges aussagen. An dem Zinnstein von Fourneaux sah ich Talk; an dem spanischen — Muscovit; die Cornwaller Stufen zeigten neben den mit *c*{001} versehenen, also n i c h t nadelförmigen Zinnsteinkrystallen ausser Quarz und Kaolin noch Chlorit; an Stücken von Pitkäranta sind Calcit, Diopsid (Salit) und Quarz die Begleiter; endlich an dem Vorkommen von Banka ist Speckstein zu sehen. Für den Zinnstein vom Mt. Bischoff und die mit ihm auftretenden Minerale darf auf die Arbeiten v o n G r o d d e c k's*) verwiesen werden, umsomehr als das ihm zu seinen Studien vorgelegene Material mit dem der Aachener Sammlung derselben Quelle ent-

*) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1884, **36**, 642 und 1886, **38**, 370.

stammt: beides wurde von Herrn Wagenknecht gesammelt, nach Deutschland mitgebracht und den Sammlungen von Clausthal und Aachen zum Geschenk gemacht.

Das Vorkommen des Zinnsteines ist bekanntlich meist an granitische Gesteine und krystalline Schiefer gebunden, so im Erzgebirge, in Frankreich u. s. w. Auch der hinterindische Zinnstein, der bisher nicht beschrieben worden ist, scheint nach den mir vorliegenden Stufen zu urtheilen unter ähnlichen Verhältnissen aufzutreten. Theils führen stark zersetzte Granite das Zinnerz fein eingesprengt, theils ist es in Quarzgängen enthalten, die in diesem Gesteine aufsetzen. Auch Sandsteine mit Zinnstein imprägnirt befinden sich unter den von Herrn Martin gesammelten Stufen. Sie entstammen aber einer Grube, die vier Wegstunden von Kopah (Siam) entfernt liegt.

Als Begleitminerale treten auf: beim Zinnstein von der Provinz Selangor Quarz, bei denen der Provinz Perak noch Arsenkies und als Anflug Eisenkies, endlich bei dem weil nicht messbaren bisher nicht erwähnten Vorkommen des meist derben Zinnsteines der Township Tenasserim (Burma) und zwar aus dem Klong Ti-Kong-Thale, und von Khow-Muang noch krystallinischer grobkörniger Wolframit, Muscovit, brauner zersetzter Rubellan-ähnlicher Glimmer, Speckstein und Eisenkies. Diese letzteren burmesischen Vorkommen sind an Quarzgänge gebunden.

XV. Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates.

Theil III und Theil IV.

Von

Heinrich Vater in Tharand.

Theil III.

Die Beeinflussung der Homogenität und der Wachsthumsgeschwindigkeit der Kalkspathkrystalle durch dilut färbende Substanzen.

Einleitung.

Weitaus die meisten der gut untersuchten Mischkrystalle bestehen aus Substanzen, welche im Verhältniss der Isomorphie oder der Isodimorphie zu einander stehen. Doch ist auch der Fall seit Langem bekannt, dass manche Substanzen beim Krystallisiren höchst geringe Mengen einer krystallographisch und chemisch fernstehenden, anderweitigen Substanz in der Weise in sich aufzunehmen vermögen, dass ebenfalls physikalisch homogene Mischkrystalle entstehen. Es liegt kein Grund vor, anzunehmen, dass nicht auch farblose Substanzen in der eben angegebenen Weise von einer anderen aufgenommen werden könnten. Eine möglicher Weise vorhandene farblose Beimengung dieser Art würde jedoch, weil nicht ohne Weiteres sichtbar, unseren Beobachtungen lange entgehen und dürfte sich bei einer vielleicht nur 0,01 % betragenden Menge nur sehr schwer unmittelbar feststellen lassen. Die Gegenwart von eigenfarbigen Substanzen wird hingegen durch eine mehr oder minder intensive sogenannte dilute Färbung des den »Farbstoff« aufnehmenden Krystalles in auffälliger Weise kenntlich. Es erscheint daher sehr begreiflich, dass sich unsere Kenntnisse über die homogenen

Gemische mit nicht isomorphen Substanzen zunächst nur auf Gemische mit Farbstoffen erstrecken*).

Nachdem lange Zeit die dilute Färbung nur wenig Beachtung gefunden hatte, ist dieselbe letzthin sowohl von O. Lehmann**) als auch von Retgers***) eingehend untersucht worden.

Dass sich auch das Calciumcarbonat dilut zu färben vermag, ist bereits durch einige Vorkommen derart gefärbter Kalkspathkrystalle in der Natur bekannt. Bei meinen Versuchen über den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation dieser Verbindung sind mir ebenfalls dilute Färbungen wiederholt begegnet. Hierbei handelt es sich keineswegs um willkürlich zugesetzte Farbstoffe, sondern um (wohl sämmtlich organische) Verbindungen, welche den als Ausgangsmaterial benutzten möglichst chemisch reinen Mineralien und Chemikalien mitunter doch anhafteten und sich dann auf die Calciumcarbonatkrystalle übertrugen. Fast alle aus Wasser auskrystallisirten Mineralien enthalten derartige organische Substanzen als »bituminöse« Verbindungen von ihrer Bildung an. Die Chemikalien können leicht dergleichen Substanzen in sich aufnehmen, wenn dieselben aus bituminösen Mineralien oder mit Hilfe von organischen Reductionsmitteln hergestellt oder in hölzernen Gefässen auskrystallisirt worden sind und dergleichen mehr. Auch der aus der Luft eindringende Staub ist von grosser Bedeutung. Die Umkrystallisirung der Chemikalien behufs Reinigung wird dieselben nur sehr schwer oder gar nicht von diesen Farbstoffen völlig befreien, da ja dieselben mit in die Krystallisation eintreten. Mineralien und Chemikalien können bei entsprechend geringem Gehalte an färbenden organischen Substanzen recht wohl farblos erscheinen bezw. ein völlig rein weisses Pulver und eine völlig farblose Lösung ergeben, und doch immerhin noch so viel Farbstoff enthalten, dass derselbe, in relativ wenig Kalkspathsubstanz angereichert, in der letzteren zur Sichtbarkeit gelangt. Dass derartige Minima von organischen Substanzen bei der Prüfung der betreffenden Mineralien und Chemikalien auf Reinheit mittelst der üblichen Analyse nicht aufgefunden werden, ist leicht verständlich.

Im vorliegenden dritten Theile möge zunächst jener Einfluss näher beschrieben werden, welchen dilut färbende Substanzen auf die Homogenität und die Wachsthumsgeschwindigkeit der Kalkspathkrystalle ausüben.

---

*) Die in letzter Zeit so häufig untersuchten Mischkrystalle von Eisenchlorid und Salmiak sind, als noch nicht genügend erforscht, im Obigen unberücksichtigt geblieben.

) O. Lehmann, zahlreiche Abhandlungen. Seine bisherigen Ergebnisse hat dieser Autor zusammengefasst in: Ueber künstliche Färbung von Krystallen und amorphen Körpern. Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. 1894, **51, 47.

***) J. W. Retgers, Beiträge zur Kenntniss des Isomorphismus. VIII. — Theil XXII: Ueber die künstliche Färbung von Krystallen anorganischer Körper mittelst organischer Farbstoffe. Zeitschr. f. phys. Chem. 1893, **12**, 600.

a. Ueber dilut gefärbte Krystalle, welche durch Wechselzersetzung diffundirender Lösungen entstanden sind.

Das Auftreten der gefärbten Krystalle.

Im ersten Theile*) der vorliegenden Abhandlung habe ich in Bezug auf die Färbung der durch Anwendung der Diffusion**) erhaltenen Krystalle auf S. 450 folgende Wahrnehmung mitgetheilt: »Die Kalkspathkrystalle sind im Allgemeinen nahezu vollkommen bis vollkommen durchsichtig und völlig farblos. Hierin nehmen nur die nicht bei allen Versuchen auftretenden besonders grossen Krystalle am Rande des Bodens der kleinen Schale (Krystallisationsraum Ia***)) eine Ausnahmestellung ein, indem dieselben sehr trübe und seltsamer Weise stets gelblich gefärbt sind.« Andere gefärbte Krystalle, wie die im ersten Theile beschriebenen, sind mir bisher bei Diffusionsversuchen nicht begegnet.

Als ich seiner Zeit, und zwar bei Versuch 3, den Kranz grosser Krystalle das erste Mal erhielt, glaubte ich, irgendwelche besonderen, mit der Versuchsanordnung nicht nothwendiger Weise zusammenhängenden Umstände hätten die Bildung der grossen Krystalle hervorgerufen. Daher wiederholte ich den Versuch, allein mit demselben Erfolge. Als ich dann genau dieselbe Erscheinung bei den Versuchen 4—10 und 13 fand, glaubte ich annehmen zu müssen, dass die Bildung besonders grosser Krystalle in Ia, wenn auch nicht deren Färbung, eine durch die Versuchsanordnung bedingte Erscheinung sei.

Eine Aenderung der Krystallform war mit der Färbung der Krystalle nicht verbunden †).

Aus Gründen, über welche ich in einem ferneren Theile dieser Abhandlung zu berichten gedenke, interessirte mich die Krystallisation des Calciumcarbonates bei einer Temperatur unter 2° C. Um dieselbe kennen zu lernen, wiederholte ich den Versuch 3 zweimal in einem Apparate mit einer constanten Temperatur von 1° C., sowie gleichzeitig zweimal bei gewöhnlicher Temperatur. Da die bei den ersten zwei Ausführungen des Vesuches 3 und zu den nächst folgenden Versuchen angewendeten Chemikalien inzwischen aufgebraucht worden waren, so mussten zu den erneuten Wiederholungen des Versuches 3 anderweitige, wiederum auf ihre Reinheit geprüfte Chemikalien benutzt werden. Alle vier neu angestellten Wiederholungen des Versuches 3 verliefen genau wie im ersten Theile beschrieben, nur der Kranz der grossen gelblichen Krystalle fehlte bei diesen vier Ver-

---

*) Diese Zeitschr. 1893, **21**, 433. Der Theil I enthält die Beschreibung der Versuche 1—30.

**) a. a. O. S. 442.

***) Vergl. a. a. O. S. 448 und Tafel X, Fig. 1.

†) Vergl. Theil I die Uebersicht über die Versuche 3—14 auf S. 481.

suchen vollständig. Alle Krystalle waren farblos und vollständig bezw. nahezu vollständig klar. Der Krystallisationsraum I reichte bis an die Wand der kleinen Schale, und es fanden sich dort, wo die im ersten Theile beschriebenen grossen Krystalle entstanden waren, dieselben kleinen farblosen Krystalle, wie überall sonst im Raume I. Diese Wiederholungen des Versuches 3 beweisen, dass keineswegs die Versuchsanordnung die Bildung besonders grosser Krystalle im Raume Ia unmittelbar hervorruft, sondern dass die Gegenwart der die grossen Krystalle färbenden Substanz eine fernere Bedingung für das Entstehen der grossen Krystalle darstellt. Somit ist das Auftreten von gefärbten Krystallen im Raume Ia die primäre Erscheinung, während die Trübung und das besondere Grössenwachsthum der Krystalle durch die Färbung bedingt erscheinen.

Unter der naheliegenden Annahme, dass der Farbstoff die Eigenschaften einer sogen. humosen Substanz besitzt, lässt sich nachweisen, warum die gefärbten Krystalle, wenn dieselben überhaupt auftreten, im Raume Ia entstehen. Als Reagentien waren bei den die grossen Krystalle liefernden Versuchen das Chlorid und das Nitrat des Calciums sowie die Bicarbonate des Kaliums und des Natriums angewendet worden. Da bei der Darstellung von Calciumchlorid die Lösung dieses Salzes längere Zeit salzsauer ist und Salsäure die in Wasser löslichen Humussubstanzen vollständig fällt, so dürfte das Calciumchlorid kaum als ursprünglicher Träger des Farbstoffs angesehen werden. Dasselbe gilt auch für das Calciumnitrat, da nach Knop*) Nitratlösungen humose Substanzen nicht zu lösen vermögen. Die Carbonate der Alkalien sind hingegen sehr gute Lösungen für humose Substanzen und freie Kohlensäure fällt die letzteren nicht. Es sind daher die Alkalibicarbonate als die ursprünglichen Träger des Farbstoffes anzusehen. Die aus der Alkalibicarbonatlösung stammenden Substanzen, welche den Reactionsraum**) unzerlegt zu passiren vermögen, erreichen bei ihrer Ausbreitung durch Diffusion die Lösung des Calciumsalzes zuerst im Raume Ia, da ja derselbe dem oberen Rande der kleinen Schale näher liegt, als jede andere Fläche des Raumes I. Durch die Gegenwart von anderen Salzen als Alkalicarbonaten wird die Löslichkeit der Humussubstanzen in Wasser erheblich vermindert***), so dass der Farbstoff bei seinem Eintreten in die Lösung des Calciumsalzes in ein Medium geräth, in welchem er eine sehr geringe Löslichkeit besitzt. Da nun Farbstoffe um so leichter von wachsenden Krystallen aufgenommen werden, je näher sich die Lösung dem Sättigungspunkte in Bezug auf den Farbstoff befindet †), so müssen sich, falls der

*) Citirt nach R. Sachsse, Lehrbuch der Agriculturchemie 1888, S. 124.

**) Theil I, S. 447.

***) Vergl. z. B. R. Sachsse, a. a. O.

†) Dies folgt unmittelbar aus den von O. Lehmann a. a. O. S. 62 ff. angegebenen Bedingungen der Farbstoffaufnahme.

Kalkspath den Farbstoff überhaupt aufnimmt, die Krystalle im Raume Ia mit Farbstoff beladen, auch wenn dies in den Räumen II, III und IV nicht geschieht. Ist jedoch die Färbung der Krystalle in Ia einmal eingetreten, so setzt dies den Gehalt an Farbstoff in der die sich färbenden Krystalle umgebenden Lösung beträchtlich herab*), so dass in Bezug auf den Farbstoff sich innerhalb der Calciumchloridlösung besondere Diffusionsströme nach den sich färbenden Krystallen hin bilden. In den vorliegenden Fällen waren die letzteren genügend stark, um das Eintreten der zum Beginn der Färbung nothwendigen Concentration an anderen als von dem Farbstoff zuerst berührten Krystallen zu verhindern und somit die Färbung auf den Raum Ia zu beschränken. So haben die an Gesammtmasse gegen die übrigen bedeutend zurücktretenden Krystalle des letzteren Raumes den gesammten vorhandenen Farbstoff bis auf einen wahrscheinlich in Lösung gebliebenen Rest in sich aufgenommen und gewissermassen angereichert.

Die Art der Färbung und der trüben Beschaffenheit der Krystalle.

Um die Art der Färbung und die Ursache der trüben Beschaffenheit der Krystalle untersuchen zu können, lag mir daran, die eine genaue Besichtigung störende Totalreflexion an den Flächen der Krystalle möglichst zu beseitigen. Daher versuchte ich, die Krystalle in eine geeignete, stark lichtbrechende Flüssigkeit einzubetten. Die Thoulet'sche Lösung ist, selbst abgesehen von den unten näher zu beschreibenden Erscheinungen, schon durch ihre eigene Färbung zu dem vorliegenden Zwecke wenig tauglich. Anders verhält es sich mit der Klein'schen Lösung (von Cadmiumborowolframiat). Wenn auch dieselbe Kalkspath, besonders (oder nur) in der Siedehitze unter Bildung eines feinen Niederschlages etwas angreift, so hindert dieser Lösungsvorgang keineswegs, dass Krystalle, selbst bis zu 0,01 mm Grösse hinunter, durch etwa zwei Minuten andauerndes Kochen in dieser Lösung zur vollkommenen Benetzung mit derselben gebracht werden können. Da bei gewöhnlicher Temperatur keinerlei Kohlensäureentwickelung erfolgt, so können auf diese Weise durch Einlegen von Kalkspathkrystallen in Klein'sche Lösung vollkommen luftblasenfreie Präparate von vorzüglicher Klarheit erhalten werden.

Die vorliegenden gefärbten Krystalle wurden vor ihrer Einbettung in Klein'sche Lösung zum Theil in dünne Scheibchen gespalten. Die bei der Betrachtung mit blossem Auge deutlich hervortretende gelblich-bräunliche Färbung bleibt in dünneren Scheibchen bis etwa zur 10fachen, in dickeren Stücken bis etwa zur 50fachen Vergrösserung, wenn auch in helleren Tönen, sichtbar. Ein Pleochroismus dieser Färbung ist nicht wahrzunehmen. Bei stärkerer Vergrösserung verblasst die Färbung so sehr, dass dieselbe

*) Vergl. hierzu z. B. O. Lehmann a. a. O. S. 64.

völlig verschwindet. Zu gleicher Zeit werden zahlreiche, 0,001—0,01 mm grosse Einschlüsse sichtbar. Dieselben erscheinen bei schwächerer Vergrösserung als schwarze Körperchen, nur die grössten Einschlüsse zeigen bereits ein nicht durch besondere Färbung ausgezeichnetes Lumen. Bei Anwendung eines Zeiss'schen Objectivs »$\frac{1}{12}$« mit homogener Immersion erhalten die Einschlüsse sämmtlich das Aussehen von breit contourirten farblosen Poren. Die breiten Umrisslinien dieser Poren deuten darauf hin, dass dieselben von einer äusserst schwach lichtbrechenden Substanz, unter den vorliegenden Umständen wohl sicher gasförmiger Kohlensäure, erfüllt sind. Gefärbte Partikelchen konnten selbst mit den stärksten Vergrösserungen nicht aufgefunden werden. Die Färbung ist somit dilut. Die Trübung ist zwar mit der Färbung verbunden, wird jedoch nicht durch den Farbstoff unmittelbar bedingt, sondern durch die Gegenwart zahlreicher Einschlüsse hervorgerufen.

Färbung der Krystalle in Thoulet'scher Lösung.

Wenn auch die meisten farblosen Krystalle frei von Poren sind, so finden sich bei näherer Untersuchung doch in etlichen derselben ebenfalls Poren von der eben geschilderten Beschaffenheit. Es erschien mir daher angezeigt, die specifischen Gewichte dieser beiden Gruppen von Krystallen festzustellen, um hierdurch einen zahlenmässigen Nachweis über die Verschiedenheit der Menge der Einschlüsse zu erhalten. Ich wendete wiederum die Methode der Suspension der Krystalle in Thoulet'scher Lösung an*). Wie dies sehr häufig bei Kalkspath nach Kochen in Thoulet'scher Lösung der Fall ist, so zeigten sowohl die farblosen, als auch die gefärbten Krystalle nach dieser Operation besondere Farbenerscheinungen. Die dem Objecttische des Mikroskopes annähernd parallel liegenden Flächen der »farblosen« Krystalle blieben scheinbar ungefärbt, während die mehr oder minder geneigten Flächen intensivere, zum Theil sehr intensive gelblichbraune oder braune Farbentöne, verbunden mit kräftigem Pleochroismus zeigen. So deutlich diese Farbenerscheinungen auch auftreten, so sind dieselben doch von Krystall zu Krystall zu ungleichmässig, als dass sich eine alle Krystalle umfassende exacte Darstellung derselben geben liesse. Aus diesem Grunde hatte ich auch bei den früheren Bestimmungen von specifischen Gewichten von Kalkspath diesen Färbungen keinerlei nähere Beachtung geschenkt, sondern angenommen, dass es sich hierbei lediglich um Lichtbrechungserscheinungen in einer gefärbten Flüssigkeit handle. Als ich jedoch auch die »gefärbten« Krystalle in Thoulet'scher Lösung gekocht hatte und dieselben nicht durchgängig gelb und braun, sondern zum Theil blau gefärbt fand, wobei das Blau ebenso auftrat, wie

*) Vergl. Theil I, S. 463.

die gelben und braunen Töne, so sah ich mich vor der Nothwendigkeit zu untersuchen, ob vielleicht die blaue Farbe von einem Körper herrühre, welcher durch Umsetzung des Farbstoffes der gefärbten Krystalle mit der Thoulet'schen Lösung entstanden sei. Dies führte zu einer Untersuchung dieser Färbungen überhaupt.

Bei dem Probiren, ein Reagens zu finden, welches auf Thoulet'sche Lösung anders wirkt, als auf den eventuell auf bezw. im Kalkspath entstandenen neuen Körper, kam ich darauf, eine etwa der Hälfte der im Präparat enthaltenen Thoulet'schen Lösung entsprechende Menge eines Gemisches von 1 Theil concentrirter Ammoniakflüssigkeit und 4 Theilen destillirtem Wasser sich durch Diffusion mit der Thoulet'schen Lösung mischen zu lassen. Hierdurch wird die Thoulet'sche Lösung ausnahmslos so weit entfärbt, dass sie in dünnen Schichten farblos erscheint. Ferner entstehen hierbei meist, aber nicht immer, Gruppen von farblosen Krystallen, welche sich in der Regel rasch wieder lösen und auf keinen Fall die Beobachtung stören. Ein einziges Mal unter den sehr zahlreichen Wiederholungen dieser Reaction (hier und bei anderen Krystallisationen) entstand ein rother amorpher Niederschlag, der sich plötzlich in wohlausgebildete rothe Krystalle zertheilte und dann langsam auflöste. Unter der Einwirkung dieses Reagens nehmen die »farblosen« sowohl, wie die »gefärbten« Krystalle eine von Krystall zu Krystall etwas verschiedene violette Färbung an, welche, abgesehen von den geneigten Flächen, besonders an den Ecken und Kanten sichtbar ist, aber auch auf den horizontal liegenden Flächen zum Theil recht deutlich aus der farblos gewordenen Lösung hervortritt. Die violetten Farbentöne sind in demselben Präparate bald mehr bläulich, bald mehr röthlich. Pleochroismus ist ebenso kräftig wie ungleichmässig entwickelt. In der Einbettung in Thoulet'scher Lösung hält sich die Färbung tagelang. Erst nach etlichen Tagen, während welcher die Thoulet'sche Lösung ihre gelbe Farbe völlig wieder angenommen hat, fängt auch die Färbung des Kalkspathes an, wieder in bräunliche Töne überzugehen*). Jedes Stadium der eben geschilderten Färbungen verschwindet sofort, wenn das betreffende Kalkspathstück in Wasser getaucht wird. Die »gefärbten« Krystalle erhalten hierbei ihre ursprüngliche Färbung wieder.

Zum Vergleiche behandelte ich kleine Spaltungsstücke von Isländer Doppelspath in gleicher Weise und erhielt die gleichen Erscheinungen, wie bei den »farblosen« Krystallen. Als ich nach acht Tagen die in Thoulet-scher Lösung suspendirt gebliebenen Krystalle nochmals durchmusterte,

---

*) Dass die Wahrnehmung der zum Theil noch vorhandenen violetten Farbentöne in diesem Falle nicht etwa auf einer durch das Gelb der Thoulet'schen Lösung bedingten Contrasterscheinung beruhte, wurde in der Weise nachgewiesen, dass die Krystalle an den Rand der Thoulet'schen Lösung gebracht und mit dem von der Lösung freien Gesichtsfelde verglichen werden.

hatten sich nicht nur sämmtliche »gefärbte«, sondern auch zahlreiche »farblose« Krystalle und Spaltungsstücke des Isländer Doppelspathes für den Anblick unter dem Mikroskope theilweise blau gefärbt.

Eine befriedigende Erklärung dieser Erscheinungen zu geben, ist mir noch nicht möglich. Versuche mit anderen von mir dargestellten Kalkspathkrystallen haben dargethan, dass die letzteren keineswegs ausnahmslos in Thoulet'scher Lösung auf Ammoniak in der eben angegebenen Weise reagiren, sondern oftmals ein charakteristisches anderweitiges Verhalten zeigen.

Das specifische Gewicht der farblosen und der gefärbten Krystalle.

Nach dem im Vorigen geschilderten Verhalten des Kalkspathes beim Kochen in Thoulet'scher Lösung erscheint es nicht unmöglich, dass sich hierbei der Kalkspath mit einem dünnen Häutchen einer farbigen Substanz überzieht, was das specifische Gewicht der Krystalle ändern würde. Es ist jedoch auf keinen Fall anzunehmen, dass diese Häutchen eine derartige Masse besitzen, dass sie das specifische Gewicht von $\frac{1}{2}$—1 bezw. 2 mm grossen Krystallen bereits in der dritten Decimale zu beeinflussen vermöchten.

Das specifische Gewicht ausgesucht klarer Kalkspathkrystalle von dem Versuche 3 wurde bereits früher zu 2,712 ermittelt*). Dieses Mal unterwarf ich jedoch über einhundert Krystalle, welche den an Ia angrenzenden Räumen I und II ohne Auswahl entnommen waren, der Sonderung. Bei einem specifischen Gewichte der Thoulet'schen Lösung $s = 2{,}714$ schwammen sämmtliche Krystalle. Bei $s = 2{,}712$ schwebten fast sämmtliche Krystalle, während einige wenige sich wieder an die Oberfläche der Lösung begaben, und bei $s = 2{,}706$ sanken auch die specifisch leichtesten Krystalle zu Boden. Anders verhielten sich die gefärbten Krystalle, von denen 25 ohne Auswahl entnommen und gesondert wurden. Bei $s = 2{,}692$ schwammen noch sämmtliche Krystalle, und es sank der leichteste höchst langsam bei $s = 2{,}680$. Kein Zwischenwerth zeichnete sich durch das Sinken von besonders vielen Krystallen aus. Es stimmen demnach die specifischen Gewichte mit dem mikroskopischen Befunde überein, dass, während die farblosen Krystalle allermeist einschlussfrei sind und nur einige derselben wenige Einschlüsse enthalten, die gefärbten Krystalle relativ zahlreiche Einschlüsse umschliessen. Es ist besonders erwähnenswerth, dass in Uebereinstimmung mit der dem blossen Auge sichtbaren Erscheinung, dass alle gefärbten Krystalle trübe sind, auch keiner derselben das specifische Gewicht des reinen Kalkspathes besitzt.

*) Theil I, S. 444.

Zusammenhang zwischen der Färbung, der Bildung von Einschlüssen und der Wachsthumsgeschwindigkeit der Krystalle.

Wie die mikroskopische Beobachtung und die Bestimmung des specifischen Gewichtes gleichmässig gezeigt haben, tritt gleichzeitig mit der Färbung der Kalkspathkrystalle eine häufigere Bildung von Einschlüssen ein. Wie aus den oben erörterten Verhältnissen des Auftretens der Färbung der Krystalle hervorgeht, ist in diesem Falle die Aufnahme des Farbstoffes als die bedingende, die Bildung von Einschlüssen die bedingte Erscheinung. Dass nun diese gefärbten und daher einschlussreichen Krystalle sich ausserdem noch durch Grösse auszeichnen, kann als eine vollkommene Bestätigung der von Wulff*) aufgestellten Ansicht gelten, dass eine nicht homogene Beschaffenheit der Krystalle das Wachsthum der letzteren im Vergleiche zu demjenigen der homogenen Krystalle derselben Krystallisation beschleunigt.

b. Ueber dilut gefärbte Krystalle, welche durch Verdunstung von Calciumbicarbonatlösungen entstanden sind.

Das Auftreten der gefärbten Krystalle.

Die in den Theilen I und II**) dieser Abhandlung beschriebenen Versuche 15—51, bei denen Kalkspath durch Verdunstung von Calciumbicarbonatlösungen erhalten wurde, haben ausschliesslich farblose Krystalle geliefert. Dasselbe gilt für alle seitdem auf diese Weise angestellten mehr denn einhundert Versuche, über welche ich an anderer Stelle zu berichten gedenke. Die einzigen Ausnahmen bilden zwei Versuche, deren Anordnung und Ergebnisse hier insoweit mitgetheilt werden mögen, als die dilute Färbung der Krystalle in Betracht kommt.

Als Lösungsgenossen gelangten bei diesen Versuchen 0,5 bezw. 0,2 Grammäquivalent Kaliumsulfat im Liter Lösung zur Anwendung. Die hierbei entstehenden Kalkspathkrystalle bildeten, wie ausnahmslos bei den Verdunstungsversuchen, eine aus eng geschaarten Individuen bestehende, auf der Oberfläche der Lösung schwimmende Decke und besiedelten ausserdem in einer weitläufigeren Anordnung die Seitenwände und den Boden der Krystallisirschalen. Die auf den letzteren Flächen aufgewachsenen Krystalle waren ohne Ausnahme farblos und durchsichtig. Hingegen die Krystalle der Decken zeigten neben 0,02 bezw. 0,05 mm langen farblosen, durchsichtigen

---

*) L. Wulff, Abhängigkeit der Wachsthumsgeschwindigkeit und Anätzbarkeit der Krystalle von der Homogenität derselben. Diese Zeitschr. 1894, 22, 473.

**) Theil I (Versuche 1—30), diese Zeitschr. 1893, 21, 433, und Theil II (Versuche 31—51), ebenda 1894, 22, 209.

Krystallen noch doppelt so grosse, welche bräunlichgrau gefärbt und sehr trübe waren. Bei der 0,5-Grammäquivalentlösung betrugen die gefärbten Krystalle ca. $\frac{1}{4}$, bei der 0,2-Grammäquivalentlösung ca. $\frac{1}{8}$ der Gesammtmasse des Kalkspathes der Decke. Die gefärbten und die farblosen Krystalle bilden ein völlig regelloses Gemenge und sind auf das mannigfachste an einander gewachsen, gehen jedoch nirgends in einander über.

Die farblosen und die gefärbten Krystalle des 0,5- und des 0,2-Grammäquivalent-Versuches zeigen bei demselben Versuche genau dieselbe Krystallform, so dass die formale Entwickelung der Krystalle durch die Färbung nicht beeinflusst worden ist.

Während bei den unter a. beschriebenen Krystallisationen alle Krystalle eines bestimmten Raumes des Apparates ausnahmslos gefärbt sind, finden sich bei den soeben aufgeführten Versuchen die gefärbten Krystalle wohl auch auf einen bestimmten Raum beschränkt, es sind jedoch in diesem Raume keineswegs alle Krystalle gefärbt. Dass die Krystalldecke auf der Oberfläche des Wassers gefärbte Krystalle aufweist, während sich auf den Flächen der Krystallisirschale keine dergleichen vorfinden, ist zwar sehr auffällig, und vermag ich zur Zeit noch keine Erklärung hierfür zu geben, doch steht die Verschiedenheit im Verhalten der Krystalle der Decke und der anderen Krystalle als solche keineswegs vereinzelt da, sondern entspricht der Regel. So sind z. B. die Krystalle der Decke fast stets grösser und werden von den anorganischen Lösungsgenossen ausnahmslos weniger beeinflusst, als die übrigen Krystalle*). Dass sich ferner die Krystalle der Decke sogar unter sich verschieden verhalten, entspricht genau dem, was auch sonst von der Einwirkung von Lösungsgenossen in verdunstenden Calciumbicarbonatlösungen ermittelt worden ist. Neben von den Lösungsgenossen beeinflussten Formen finden sich in der Regel auch Grundrhomboëder, also unbeeinflusste Krystalle**). Auch **Retgers**, welcher unter völlig abweichenden Versuchsbedingungen und mit anderen Substanzen experimentirte, hat ebenfalls die Erscheinung, dass aus derselben Lösung neben gefärbten Krystallen auch ungefärbte Krystalle entstehen, angetroffen. Er berichtet hierüber bei seinen Versuchen, das Kaliumsulfat mit organischen Farbstoffen zu färben: »Das Merkwürdigste ist jedoch, dass neben den gefärbten Fasern (von Kaliumsulfat) manchmal grosse compacte und normal gebildete K_2SO_4-Krystalle entstehen, die vollkommen farblos sind und natürlich keine Spur von Dichroismus zeigen«***).

Die Herkunft der färbenden Substanz lässt sich in dem vorliegenden Falle sehr leicht ermitteln. Bei der Anwendung von 1 Grammäquivalent

---

*) Vergl. Theil I, S. 477 ff.

**) Vergl. Theil I, S. 477 ff.

***) **Retgers**, a. a. O. S. 616.

Kaliumsulfat im Liter Lösung treten nicht hierher gehörige Complicationen ein. Die Versuche mit 0,5- und 0,2-Grammäquivalent haben die hier beschriebenen gefärbten Krystalle geliefert. Bei der Anwendung von 0,1-Grammäquivalent und weniger Kaliumsulfat, von demselben Kaliumsulfatpräparat abgewogen, sowie in einer Controllösung des angewendeten Calciumbicarbonates ohne Lösungsgenossen bildeten sich nur farblose Krystalle. Dies beweist, dass der Farbstoff dem Kaliumsulfatpräparat entstammt und dass die Kalkspathkrystalle die in 0,1-Grammäquivalent enthaltene Menge Farbstoff der Lösung nicht mehr zu entziehen vermögen. In Rücksicht darauf, dass bereits die 0,2-Grammäquivalentlösung zu ca. $\frac{1}{8}$ der Masse der Decke aus gefärbten Krystallen besteht, werde annäherungsweise angenommen, dass die Kalkspathkrystalle allen Farbstoff, welchen die über 0,1-Grammäquivalent hinaus angewendete Menge des Kaliumsulfats enthält, in sich aufgenommen haben. Die Krystalldecke wiegt bei Anwendung eines Liters Lösung ca. 0,4 g. Hieraus ergiebt sich mit für beide Versuche sehr nahe übereinstimmenden Werthen (116 und 109), dass die gefärbten Kalkspathkrystalle den Farbstoff von ca. 100 Gewichtstheilen Kaliumsulfat in sich aufgespeichert haben.

Dass von den zahlreichen, in möglichst chemisch reinem Zustande als Lösungsgenossen angewendeten Chemikalien gerade das Kaliumsulfat einen Farbstoff mit in die Versuche einführte, ist deshalb sehr erklärlich, weil sich, wie Retgers a. a. O. nachgewiesen hat, das Kaliumsulfat vor allen häufiger angewendeten anorganischen Salzen durch seine grosse Aufnahmsfähigkeit für Farbstoffe auszeichnet.

Die Art der Färbung und der trüben Beschaffenheit der Krystalle.

Ebenso, wie in dem entsprechenden Abschnitte unter a. S. 370 für die grossen, einzeln gut fassbaren Krystalle beschrieben, wurden hier Aggregate von farblosen und gefärbten Krystallen in Klein'sche Lösung eingebettet und mikroskopisch untersucht. Es fanden sich hier alle Erscheinungen, wie bei den durch Diffusion entstandenen Krystallen. Es sind somit hier auch die Beziehungen zwischen Färbung, Einschlüssen und Wachsthumsgeschwindigkeit der Krystalle wie oben S. 373 angegeben.

Die Färbung der Krystalle in Thoulet'scher Lösung.

Wegen der Kleinheit der Krystalle war keine Möglichkeit vorhanden, die innig vermengten und aneinander gewachsenen farblosen und gefärbten Krystalle mittelst der Thoulet'schen Lösung zu trennen, und somit konnten auch die specifischen Gewichte dieser beiden Gruppen von Krystallen nicht bestimmt werden. Trotzdem wurden die Krystalle in der genannten Lösung gekocht, um die etwaigen Farbenreactionen zu beobachten. Die »farblosen« Krystalle nahmen hierbei nur eine schwach gelbliche Farbe an. Die »ge-

färbten« Krystalle wurden jedoch gleichmässig und einheitlich ausgesprochen braun und zeigten einen Pleochroismus in der Weise, dass o = hellbräunlich und e = tiefbraun. Wässeriges Ammoniak in der oben S. 371 angegebenen Weise zugefügt, stellt die ursprüngliche Färbung wieder her. Die ursprüngliche Färbung tritt meist sofort wieder ein, seltener entsteht zunächst eine sehr schwache violette Färbung sowohl der »farblosen« als auch der »gefärbten« Krystalle, welche sehr rasch verschwindet bezw. der ursprünglichen Färbung Platz macht. In diesem Verhalten zur Thoulet-schen Lösung sind einige Unterschiede zu dem Verhalten des in a. geschilderten Farbstoffes enthalten.

c. Ergebnisse.

1. Wie bereits von natürlichen Vorkommen her bekannt ist, vermag der Kalkspath (voraussichtlich das Calciumcarbonat im Allgemeinen) auch mit sehr geringen Mengen von einigen ihm nicht isomorphen Substanzen Mischkrystalle zu bilden. Bisher sind derartige Mischungen nur für den Fall nachweisbar, dass die sich beimischende Substanz ein sogenannter Farbstoff ist (S. 366).

2. Die Aufnahme eines Farbstoffes erfolgt nicht immer gleichmässig bei allen Krystallen derselben Krystallisation. Vielmehr vermögen von gleichzeitig in derselben Lösung unmittelbar neben einander entstehenden Krystallen die einen sich von einer Färbung völlig frei zu halten, während die anderen relativ grosse Mengen Farbstoff in sich auflagern (S. 374).

3. Eine Beeinflussung der Krystallform ist in den hier beschriebenen Fällen durch die Aufnahme von Farbstoff nicht eingetreten.

4. Die gefärbten Krystalle haben in den oben beschriebenen Fällen eine grosse Menge Kohlensäurebläschen (oder dergleichen) in sich aufgenommen, während die gleichzeitig entstandenen farblosen Krystalle von Einschlüssen nahezu bezw. völlig frei sind (S. 370 und 376).

5. Die gefärbten, einschlussreichen Krystalle zeigen eine Wachsthumsgeschwindigkeit, welche diejenige der zugleich entstehenden farblosen, einschlussfreien Krystalle bedeutend übertrifft (S. 368 und 374).

Tharand, mineralogisches Institut der königl. Forstakademie,
Januar 1895.

XVI. Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates.

Von

Heinrich Vater in Tharand.

Theil IV.

Die von Gustav Rose dargestellten und als Aragonit beschriebenen garbenförmigen und dergl. Aggregate sind durch den Einfluss dilut färbender Substanzen zerfaserte Kalkspathkrystalle.

(Hierzu Tafel VII.)

---

a. Rose's Beschreibung des von ihm dargestellten Aragonites.

In seinen umfangreichen Abhandlungen über die Ursachen der Bildung des Kalkspathes und des Aragonites giebt Gustav Rose*) zwei Bildungsvorgänge von Calciumcarbonatkrystallen an, bei denen entweder neben Kalkspath oder, in besonderen Fällen, ausschliesslich Aragonit entsteht, während gewöhnlich ausschliesslich Kalkspath auskrystallisirt. Diese beiden Vorgänge sind: Ausscheidung bei höherer Temperatur und Ausscheidung aus verdünnteren Lösungen. Der bei diesen beiden Vorgängen entstehende Aragonit wird von Rose sehr verschieden beschrieben.

Von dem bei höherer Temperatur entstehenden Aragonit giebt der genannte Autor folgende Schilderung**): »Sie (d. h. die Aragonitkrystalle) erscheinen gewöhnlich als etwas bauchige sechsseitige Säulen, oder als sehr spitze und sechsseitige Doppelpyramiden, wie manche Krystalle des Sapphirs; zuweilen aber auch als einfache Pyramiden, so dass sie an beiden Enden verschieden krystallisirt sind«. Durch Eingiessen heisser Calciumchloridlösung in heisse Ammoniumcarbonatlösung (aber nicht bei umgekehrtem Verfahren) erhielt Rose eine reine Krystallisation der für Aragonit

---

*) Vergl. in Theil I der vorliegenden Abhandlung, diese Zeitschr. **21**, 235 u. 237.

) Pogg. Ann. 1837, **42, 357.

gehaltenen Krystalle und fand seine Annahme durch das specifische Gewicht derselben, welches 2,949 betrug, bestätigt. In einer späteren Abhandlung giebt Rose die auf Taf. VII, Fig. 1 wiedergegebene Abbildung der durch Eindampfen einer Calciumbicarbonatlösung erhaltenen Krystallisation. Bei den oftmals von mir angestellten Wiederholungen des letzteren Versuches habe ich stets ebenfalls die in Fig. 1 dargestellten Gebilde erhalten, nur die relativen Mengen der einzelnen Formen zeigen einige Schwankungen. Unter Anwendung einer Thoulet'schen Lösung vom specifischen Gewichte 2,900 gelang es bei genügender Constanz der Temperatur *) aus derartigen Niederschlägen die für Aragonit gehaltenen spiessigen Krystalle zu isoliren, was in Uebereinstimmung mit Rose's unmittelbarer Feststellung des specifischen Gewichtes die Zugehörigkeit dieser spiessigen Krystalle zum Aragonit völlig beweist. — Die sternförmigen Wachsthumsformen haben mindestens annähernd dasselbe specifische Gewicht wie der Kalkspath.

Durchaus abweichend von den in Fig. 1 dargestellten spiessigen Aragonitkrystallen sind jene »Aragonitkrystalle«, welche sich aus verdünnteren Lösungen ausscheiden sollen **). Wie bereits in den Theilen I und II der vorliegenden Abhandlung zu erwähnen war, führte Rose bei seinen Versuchen mit »verdünnteren« Lösungen die Bildung von Calciumcarbonat zum Theil durch Wechselzersetzung diffundirender Salze, zum Theil durch Verdunsten von Calciumbicarbonatlösungen herbei.

Es sei erlaubt, den hauptsächlichsten der eben erwähnten Diffusionsversuche mit Rose's eigenen Worten zu schildern ***): »In zwei Kolben von 4 Zoll Höhe wurden geringe Mengen von geglühtem kohlensauren Natron in den einen und geglühtem Chlorcalcium in den anderen gethan, dieselben langsam mit Wasser gefüllt und mittelst eines Platindrahtes, dessen beide Enden um die Hälse der Kolben geschlungen waren, so an einen 6 Zoll hohen Cylinder gehängt, dass sich der eine Kolben an der inneren Seite, der andere an der Aussenseite des Cylinders befand. Dieser Cylinder wurde darauf in einen grösseren 9 Zoll hohen Cylinder gestellt, an dessen Boden eine Glasplatte gelegt war, nun erst der innere Cylinder mit Wasser, das man ganz langsam an die Wand desselben hinablaufen liess, und dann ebenso der äussere Cylinder mit Wasser gefüllt und dieser dann mit einem Glasdeckel bedeckt. Die beiden Salze lösten sich in dem Wasser wohl schnell auf, das Chlorcalcium fast augenblicklich, wobei sich eine Menge Blasen an der inneren Wand des Kolbens bildeten . . . . So blieb der Cylinder mehrere Jahre stehen, ehe er untersucht wurde, in

*) Vergl. hierüber weiter unten S. 393 ff.

**) Ueber den Begriff »verdünntere Lösungen« vergl. in Theil II, diese Zeitschr. 22, 212 ff.

***) Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1860, S. 575 ff.

welcher Zeit sich sowohl auf der Oberfläche des Wassers, als auch auf dem Rande und dem inneren oberen Theile des inneren (ursprünglich das Natriumcarbonat enthaltenden) Cylinders, auf seinem äusseren Fusse und der Glasplatte am Boden ein dünner Absatz von kohlensaurem Kalk gebildet hatte, der aus prismatischen Krystallen bestand, die unter dem Mikroskope betrachtet durch ihre Form sich sogleich als Aragonit zu erkennen gaben. An der Oberfläche des Wassers waren sie bündelartig gruppirt, an den Seiten des inneren Cylinders garbenförmig, wie dies bei dem natürlichen Aragonit häufig und bei dem Aragonit in dem Harn der Kaninchen (Taf. VII, Fig. 2)*) gewöhnlich vorkommt. Es hatte sich also hier Aragonit bei gewöhnlicher Temperatur gebildet.«

Die in Fig. 2 dargestellte Krystallisation beschreibt Rose an anderem Orte folgendermassen**): »Nicht selten waren die Krystalle spindelförmig, und mehrere derselben unter schiefem Winkel durcheinander gewachsen, wie bei a; zuweilen waren die Krystalle ganz faserig und bündelartig zusammengruppirt und in der Mitte zusammengedrückt, wodurch die Gruppen ein garbenförmiges Aussehen erhielten (b), in einigen Fällen auch kugelig zusammengehäuft.« Dass die garbenförmigen Aggregate aus einem klaren Mittelstücke und aus dunkleren Endigungen bestanden, erwähnt zwar Rose nicht, es geht dies jedoch aus der Fig. 2 sehr deutlich hervor.

Bei einem zweiten und einem dritten Diffusionsversuche wandte Rose***) an Stelle von zwei Kölbchen zwei beinahe 4 Zoll grosse Cylinder, sowie solche Mengen der beiden Reagentien an, welche ungefähr derjenigen »der Grösse dreier Erbsen« bezw. »der Grösse einer Erbse« entsprachen. Da diese Versuche bereits nach 4 bezw. 6 Wochen unterbrochen wurden, so war die Umsetzung der Reagentien bei Weitem noch nicht vollendet. Beide Versuche ergaben neben Aragonit noch Kalkspath. Bei dem zweiten Versuche ist, wie bei dem ersten, nur von Büscheln von Aragonit die Rede. Bei dem dritten Versuche wird jedoch erwähnt †): .... »die ersteren (d. h. die Aragonitkrystalle) waren oben (an dem ursprünglich das Natriumcarbonat enthaltenden Cylinder) büschelförmig gruppirt, nach unten meistens einzeln aufgewachsen, und sechsseitige Prismen, die an den freien Enden theils in eine Spitze ausliefen, theils von einer Zuschärfung begrenzt zu sein schienen; theils waren sie auch zu dreien rechtwinklig, wie es schien, durcheinander gewachsen.« Ausserdem werden noch bei dem zweiten Versuche Scheibchen aus Calciumcarbonat ††), sowie das Auftreten eines

*) Rose verweist an dieser Stelle selbst auf jene Figur.

**) Abhandl. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1858, S. 101.

***) Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1860, S. 576 u. 578.

†) Rose, a. a. O. S. 578.

††) Ueber dergleichen Scheibchen gedenke ich im Theil V zu berichten.

Niederschlags von Priestley'scher Materie*) und die Bildung von Schimmel erwähnt. — Fernere Diffusionsversuche hat Rose nicht angegeben.

Die zweite Reihe der Versuche Rose's, jene, in welcher Calciumcarbonatkrystalle durch Verdunstung von Bicarbonatlösungen dargestellt wurden, lieferte ebenfalls Aragonit, »der sich in kleinen prismatischen, büschel- oder garbenförmig zusammengehäuften Krystallen auf den Rhomboëdern des Kalkspathes ansetzt« **). Nur bei der Verdunstung von Tropfen von verdünnter Calciumbicarbonatlösung auf einer Glasscheibe erhielt Rose neben anderen Gebilden Aragonit »in kleinen Stäben« ***).

Für keine der aus »verdünnten« Lösungen erhaltenen Aragonitkrystallisationen erbringt Rose etwa durch Ermittelung des specifischen Gewichtes, durch Nachweis einer wohlbestimmbaren Krystallform oder dergleichen den Beweis der Richtigkeit seiner Bestimmung. Die Auffassung dieser Krystallisationen als Aragonit beruht vielmehr nur darauf, dass die betreffenden Gebilde weder Grundrhomboëder des Kalkspathes noch Scheibchen sind. Mit Ausnahme vereinzelter Fälle wird die Bildung von büschel- und garbenförmigen Aggregaten, wie solche Fig. 2 darstellt, als für den Aragonit charakteristisch hervorgehoben.

b. Rückblick auf die Wiederholung von Rose's Verdunstungsversuchen.

Als ich vor vier Jahren die Untersuchung des Einflusses der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates begann, habe ich von Anfang an jeden der zu diesem Zwecke ausgeführten Versuche, bei welchem eine Calciumbicarbonatlösung verdunstete, ausnahmslos bis zur vollständigen Zerlegung dieses Salzes durchgeführt †). Hierbei war im Anschluss an die Angaben Rose's die Erwartung massgebend, dass in Folge der durch die fortschreitende Zerlegung des Calciumbicarbonates zuletzt eintretenden Krystallisation aus »verdünntester« Lösung Aragonit entstehen würde. Allein in keinem Falle traten büschel- oder garbenförmige Krystallisationen bezw. anderweitige Aragonitbildungen auf. Nachdem mehr denn hundert Versuche mit zusatzfreien und verschiedene Zusätze

*) Unter Priestley'scher Materie verstand man grüne, bisweilen etwas schleimige Ueberzüge auf feuchter Erde, Steinen, Bretterwänden und an der Innenwand von Gefässen, in welchen Wasser lange Zeit unter der Einwirkung des Lichtes und der Luft gestanden hat. Diese Priestley'sche Materie besteht aus etwa 0,01 mm grossen und kleineren einzelligen Algen und aus Infusionsthierchen. Vergl. Leunis, Synopsis der Pflanzenkunde. Dritte Auflage. 1886, 3, 189.

**) Rose, a. a. O. S. 580.

***) Rose, a. a. O. S. 582.

†) Vergl. Theil II, S. 219.

enthaltenden Lösungen in dieser Hinsicht gleichmässig verlaufen waren, erschien mir nur eine Wiederholung der Rose'schen Versuche geeignet zu sein, den Widerspruch zwischen den nach Rose's Angaben zu erwartenden und den wirklich eingetretenen Erscheinungen aufzuklären.

Da Verdunstungsversuche mit zusatzfreien Lösungen den Einfluss der »Verdünnung« von allen Nebenwirkungen frei zeigen, während bei Diffusionsversuchen noch die Einwirkung des sich bei denselben durch Wechselzersetzung bildenden Lösungsgenossen in Betracht zu ziehen ist, so untersuchte ich vor zwei Jahren in einer besonderen Versuchsreihe zunächst die durch Verdunstung verdünnter Lösungen von Calciumbicarbonat entstehenden Krystallisationen, worüber ich im zweiten Theile dieser Abhandlung näher berichtet habe. Es entstand bei diesen Versuchen nur Kalkspath in der (gar nicht oder nur wenig an den Randecken modificirten) Form des Grundrhomboëders. Ausser dieser Form wurden neben den hin und wieder auftretenden Scheibchen*) anderweitige Gebilde, insbesondere büschel- oder garbenförmige Aggregate nicht aufgefunden. Hierdurch wurde bewiesen, dass die Verdünnung einer Lösung von Calciumbicarbonat ohne Einfluss auf die Entwickelung der einen oder der anderen Modification des Calciumcarbonates ist.

Der Versuch Nr. 51 der eben erwähnten Versuchsreihe zeigte im Besonderen, dass selbst aus einer Lösung von Calciumcarbonat in [möglichst] kohlensäurefreiem Wasser ausschliesslich Kalkspath auskrystallisirt. Wenn nun, wie Rose angiebt, aus der Wechselzersetzung von sehr geringen Mengen von Calciumchlorid und Natriumcarbonat wenigstens zum Theil Aragonit hervorgeht, so könnte die Bildung des Aragonites nur durch den Einfluss des sich bei der Umsetzung bildenden Natriumchlorides verursacht werden. Dem entgegen beweisen jedoch die im ersten Theile dieser Abhandlung mitgetheilten Versuche Nr. 5, 6, 25 und 26, dass das Natriumchlorid als Lösungsgenosse des Calciumcarbonates bedingt, dass das letztere ausschliesslich als Kalkspath auskrystallisirt, welcher je nach den näheren Umständen durchgehends die Combination $R . -mR$ darstellt oder ein Gemenge der Formen $R . -mR$ und R bildet. Es stehen somit die bisherigen Ergebnisse meiner Untersuchungen mit den Angaben Rose's über seine Diffusionsversuche im Widerspruch.

Um sowohl diesen Widerspruch aufzuklären, als auch vielleicht die von Rose beschriebenen büschel- und garbenförmigen Aggregate hierbei aufzufinden, habe ich die von Rose mitgetheilten Diffusionsversuche nunmehr ebenfalls wiederholt.

---

*) Vergl. Theil II, S. 219 und oben S. 380 Anmerkung ††).

c. Wiederholung von Rose's Diffusionsversuchen. Versuche 52—54.

Da die Möglichkeit der Bildung von Kalkspath durch Wechselzersetzung von Calciumchlorid und Natriumcarbonat bei gewöhnlicher Temperatur durch Rose's zweiten und dritten Diffusionsversuch bereits erwiesen worden ist, so haben die vorliegenden Versuche nur den Zweck, jene Umstände aufzufinden, unter welchen durch die erwähnte Wechselzersetzung der soeben begründeten Erwartung entgegen Aragonit entsteht. Von diesem Gesichtspunkte aus wurde bei den Versuchen 52—54 gleichmässig erstrebt, die Verhältnisse des ersten Rose'schen Versuches inne zu halten, also jenes Versuches, bei welchem das Calciumcarbonat ausschliesslich als Aragonit auskrystallisirte. Mit den hierbei gewonnenen Erfahrungen lässt sich dann die Nothwendigkeit, auch die anderen Versuche zu wiederholen, beurtheilen.

Ausführung der Versuche.

Wie bei den Diffusionsversuchen 3—14 wurden auch bei denen 52—54 die Reagentien in äquivalenten Mengen angewendet.

Aus der unter a. gegebenen Uebersicht von Rose's Diffusionsversuchen ist zu folgern, dass bei dem ersten, nur Aragonit liefernden Versuche die nicht näher angegebenen Mengen der Reagentien weniger als »die Grösse einer Erbse« betrugen. Ein erbsgrosses Stückchen von geschmolzenem Chlorcalcium wiegt ca. 0,2 g. Bei dem Bestreben, Rose's ersten Versuch zu wiederholen, müssen daher einerseits noch geringere Quantitäten angewendet werden. Da ferner 1 Liter (möglichst) kohlensäurefreies Wasser 0,035 g Calciumcarbonat auflöst, und die Menge des von Rose angewendeten Wassers, nach der Grösse der Gefässe geschätzt, sehr nahe 2 Liter betragen hat, so muss die anzuwendende Substanzmenge andererseits 0,07 g immerhin noch um Einiges übersteigen. Es wurden daher drei Versuche ausgeführt, deren Reagentien je 0,01 g (Versuch 52), 0,02 g (53) und 0,05 g (54) Calciumcarbonat äquivalent waren.

Um die von Rose angegebene Versuchsanordnung inne zu halten, wurde folgendermassen verfahren. Auf die Böden von Glascylindern von 220 mm äusserer Höhe und 120 mm lichter Weite wurde je eine genau passende kreisrunde Glasscheibe gelegt. Die anderenfalls eventuell auf dem Boden entstehenden Krystallisationen siedeln sich in Folge dessen auf der Glasscheibe an und können auf der letzteren, nachdem dieselbe nach Beendigung des Versuches wieder aus dem Cylinder herausgenommen worden ist, mikroskopisch untersucht werden, ohne dass der Cylinder zertrümmert werden müsste. Auf diese Glasscheibe wurde möglichst peripherisch ein kleinerer Cylinder von 150 mm äusserer Höhe und 55 mm lichter Weite

gestellt. Die Reagentien wurden in zwei gleiche, 90 mm hohe, völlig erfüllt 45 ccm fassende Kölbchen gegeben, deren Hälse 15 mm lichte Weite aufwiesen. Um die oben angegebenen Quantitäten von chemisch reinem Calciumchlorid zu erhalten, wurde eine der gewünschten Menge Calciumchlorid äquivalente Menge selbsthergestellten Calciumcarbonates*) in einem Platintiegel auf der analytischen Wage abgewogen, unter entsprechender Vorsicht in chemisch reiner Salzsäure gelöst, auf dem Wasserbade zur Trockniss gedampft und mit Hülfe von je 10 ccm destillirtem Wasser in die Kölbchen übergeführt. Die Reaction dieser Lösungen war neutral**). Auch die angewendeten Quantitäten Natriumcarbonat wurden in den Kölbchen in je 10 ccm destillirtem Wasser gelöst, damit nicht während des Versuches die bei der Auflösung aufsteigenden Luftbläschen Bewegungen im Wasser hervorriefen und hierdurch eine von der Diffusion unabhängige Platzänderung der Reagentien bewirkten. Das Kölbchen mit dem Calciumchlorid wurde stets in den kleinen Cylinder, dasjenige mit dem Natriumcarbonat dem letzteren möglichst entfernt auf die Glasscheibe gestellt. Dass die beiden Kölbchen nicht mit Platindrähten verbunden waren, dürfte nicht als wesentliche Abweichung von Rose's Versuchen aufzufassen sein. Hierauf wurden die Kölbchen, sowie die kleinen Cylinder vollständig und schliesslich die grossen Cylinder bis 1—2 cm unter ihren oberen Rand mit solcher Vorsicht mit Wasser gefüllt, dass eine mechanische Mengung der 10 ccm-Lösungen mit dem eingefüllten Wasser nicht eintrat. In dieser Weise wurde in jeden der (grossen) Cylinder genau 2 Liter bei Zutritt der Luft destillirtes Wasser mit 0,004 g geglühtem Rückstand im Liter eingebracht. Der Verschluss der (grossen) Cylinder wurde durch je eine matt geschliffene Glasscheibe bewirkt, welche auf dem ebenfalls matt geschliffenen oberen Rande der Cylinder aufruhte.

Aus den angegebenen Mengen der Reagentien und dem Volumen des Wassers folgt, dass das sich durch Wechselzersetzung neben dem Calciumcarbonat als Lösungsgenosse bildende Natriumchlorid nur in einer mittleren Concentration***) von 0,0005 (Versuch 52) bezw. 0,001 (53) bezw. 0,0025 (54) Grammäquivalent im Liter entstand.

Während des Verlaufes der Diffusion blieb das Wasser vollkommen klar. Lange Zeit konnte irgend welche Krystallisation nicht wahrgenommen

*) Vergl. unter Versuch 2 in Theil I, S. 441.

**) Der naheliegende Gedanke, dass Rose's geschmolzenes Calciumchlorid durch Calciumoxyd verunreinigt war, nebst besonderen Angaben Rose's haben mich zur Ausführung einer den Einfluss des Calciumoxydes feststellenden Versuchsreihe veranlasst. Der Einfluss des Calciumoxydes ist jedoch derartig von dem, was Rose bei seinen Diffusionsversuchen beschreibt, verschieden, dass ein solcher Einfluss bei demselben nicht vorgelegen haben kann. Dem Einfluss des Calciumoxydes auf die Krystallisation des Calciumcarbonates gedenke ich einen besonderen Theil zu widmen.

***) Vergl. Theil I, S. 445.

werden. Nach neun Monaten bemerkte ich eine nur von einem gewissen Standpunkte aus sichtbare Krystallbildung in den Hälsen der ursprünglich mit Natriumcarbonat gefüllten Kölbchen. Da eine Veränderung an dieser nunmehr aufgefundenen Krystallisation nicht beobachtet werden konnte, so wurden die Krystallisationsapparate nach weiterem ein und einem halben Monat auseinander genommen. Hierbei stellte sich heraus, dass die Umsetzung der Reagentien durch Diffusion vollständig vollendet war. Die Temperatur hat während der Dauer der Versuche zwischen 5° und 20° C. geschwankt.

Die bei den Versuchen 52—54 entstandenen Krystallisationen.

Bei diesen drei Versuchen hatten sich ausschliesslich in den Hälsen der ursprünglich das Natriumcarbonat enthaltenden Kölbchen Krystalle gebildet. Selbst mit Hülfe der Lupe und, wo es anging, des Mikroskopes konnte keine weitere Krystallisation, auch nicht an der Oberfläche des Wassers, gefunden werden. Die auf die Böden gelegten Glasscheiben waren mit zahlreichen Bacterien bedeckt, welche mit den im Theil II auf S. 222 beschriebenen völlig übereinstimmten (und ebenfalls in Salzsäure unlöslich waren). An den übrigen Orten fehlten auch die Bacterien.

Das Auftreten der Krystalle in der Nähe des ursprünglich von dem Natriumcarbonat erfüllten Raumes, während gleichzeitig die Räume in der Nähe des ursprünglichen Ortes des Calciumchlorides krystallfrei sind, steht im auffälligen Gegensatze zu den durch Diffusion in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser entstandenen Krystallisationen. Die letzteren hatten sich ganz vorwiegend in und über jenem Raume abgeschieden, welchen ursprünglich die Calciumchloridlösung einnahm, während die entsprechenden Räume der Bicarbonatlösung weit zurückstanden*). Dennoch ist dieser Unterschied im Auftreten der Krystalle leicht erklärlich. Bei denjenigen Diffusionsversuchen, bei denen mit Kohlensäure gesättigtes Wasser angewendet wird, verbreitet sich das zunächst entstehende, einigermassen lösliche Calciumbicarbonat mittelst Diffusion durch die gesammte Lösung. Die Mengen Calciumbicarbonat, welche hierdurch in die verschiedenen Räume des Krystallisationsapparates gelangen, werden durch die Löslichkeitsverhältnisse dieser Substanz in den einzelnen Räumen wesentlich beeinflusst. Da nun die eben erwähnten Löslichkeitsverhältnisse durch jene Substanzen bedingt werden, die bei Beginn des Versuches in den einzelnen Räumen gelöst worden sind, so findet hierdurch die Vertheilung der Krystallisationen bei Anwendung von Wasser, welches mit Kohlensäure gesättigt ist, ihre Erklärung**). Bei den Versuchen 52—54 kann jedoch bei der Abwesenheit von freier Kohlensäure

*) Vergl. Theil I, S. 449.

**) Vergl. Theil I, S. 483.

eine Verbreitung von Calciumcarbonat durch Diffusion nicht in merkbarer Weise erfolgen, so dass als Ausscheidungsort desselben nur der Raum seiner Bildung durch Wechselzersetzung der diffundirenden Substanzen in Frage kommt. Von der Menge des sich in der Zeiteinheit bildenden Calciumcarbonates hängt es dann ab, ob dasselbe, wie bei einem meiner mit beträchtlichen Quantitäten ausgeführten Vorversuche*), als feinster Niederschlag zu Boden sinkt, oder, wie bei den vorliegenden Versuchen, an den zunächst gelegenen Unterstützungsflächen auskrystallisirt. Die Lage des Raumes, in welchem sich zwei gegeneinander diffundirende Substanzen begegnen, wird durch die Diffusionsgeschwindigkeit derselben bestimmt. Es ist bisher zwar der Diffusioncoëfficient von Calciumchlorid, aber wohl noch nicht jener von Natriumcarbonat unmittelbar festgestellt worden. Doch lässt sich aus den von Ostwald**) angeführten Daten von Long und Marignac herleiten, dass der Diffusionscoëfficient des Calciumchlorides das Dreifache desjenigen des Natriumcarbonates beträgt. Hiermit steht völlig im Einklange, dass bei den Versuchen 52—54 das Calciumchlorid bereits in dem Halse des Natriumcarbonatkölbchens anlangte, ehe eine zur Bildung von übersättigter Calciumcarbonatlösung genügende Menge Natriumcarbonat aus dem letztgenannten Kölbchen in die anderen Räume hinaus diffundirt war.

Die Krystallisation in den Hälsen der ursprünglich das Natriumcarbonat enthaltenden Kölbchen beginnt bei dem Versuche **52** ca. 12 mm, bei **53** ca. 6 mm und **54** ca. 1 mm unter dem oberen Rande des Kölbchens und reicht bei **52** ca. 10, bei **53** und **54** ca. 15 mm weit hinab. Die Durchschnittsgrösse, sowie die Massenhaftigkeit der Krystalle haben an der oberen Grenze der Krystallisation ihre Maxima und werden die Krystalle nach unten kleiner und spärlicher. Die Mindestgrösse der Krystalle beträgt bei allen drei Versuchen ca. 0,05 mm. Die bedeutendste Grösse erreicht jedoch bei dem Versuch **52** ca. 0,3, bei **53** ca. 0,4 und bei **54** im Allgemeinen ca. 0,6 mm, ausnahmsweise ca. 0,8 mm. Die Durchschnittsgrösse stellt sich bei den drei Versuchen gleichmässig ungefähr auf die Hälfte des Maximums. In Bezug auf ihre Form bilden die Krystalle ausschliesslich Grundrhomboëder, welche sich jedoch zum Theil in einer eigenthümlichen Weise entwickelt haben. Während im Falle eines unregelmässigen Wachsthums bei der Krystallisation aus mit Kohlensäure gesättigtem Wasser wohl die Flächen der Grundrhomboëder zahlreiche im Wachsthum zurückgebliebene krummflächige Theile besitzen, die Kanten jedoch tadellos entwickelt sind***), wachsen bei den vorliegenden, in kohlensäurefreiem Wasser entstandenen Krystallisationen die Flächenmitten am raschesten, so dass an Stelle der

---

*) Theil I, S. 444.

) W. Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie. II. Auflage. 1891, **1, 690 ff.

***) Vergl. Theil I, Tafel X, Fig. 3.

Kanten bald breitere, bald schmälere unregelmässig krumme Flächen treten. Die Fig. 3 auf Tafel VII versucht eine Vorstellung von dieser Ausbildung zu vermitteln. Die weiss gelassenen Partien stellen die fehlerfreien Rhomboëderflächenstücke dar, die schraffirten Partien bedeuten die unregelmässig krummen Flächen. Zur Erleichterung der Vorstellung ist als Fig. 4 ein normal entwickeltes Rhomboëder in der gleichen Stellung gezeichnet worden. Bei dem Versuche 52 finden sich neben den an Zahl vorherrschenden Rhomboëdern mit abgerundeten Kanten nur wenige von tadelloser Entwickelung. Bei 53 werden die letzteren häufiger und bei 54 überwiegen die vollkommen ausgebildeten Individuen bedeutend über diejenigen mit abgerundeten Kanten. Irgend welche Combinationen konnten nicht aufgefunden werden.

Somit hatte sich nach Augenschein ausschliesslich Kalkspath gebildet. Um mich von der Richtigkeit des Augenscheines zu überzeugen, wurden von jedem der drei Kölbchen durch die gesammte Höhe der mit Krystallen besetzten Fläche in einer Breite von $\frac{1}{2}$ cm die Krystalle ohne Ausnahme mit einem Messer abgehoben und das specifische Gewicht der letzteren in der im Theil I, S. 463 angegebenen Weise bestimmt. Bei einem Gewichte der Thoulet'schen Lösung $s = 2{,}720$ schwammen nach einer halben Stunde sämmtliche Krystalle. Bei $s = 2{,}712$ schwebten nach einer halben Stunde sämmtliche Krystalle unbeweglich in der Flüssigkeit. Bei $s = 2{,}700$ waren am anderen Morgen sämmtliche Krystalle zu Boden gesunken. Demgemäss beweist auch das specifische Gewicht die ausschliessliche Gegenwart von Kalkspath.

Folgerungen aus den Versuchen 52—54.

Das ausschliessliche Auftreten von Kalkspath bei den Versuchen 52—54 ist eine Bestätigung der Ergebnisse meiner früheren Versuche*) und beweist, dass auch bei der Krystallbildung durch Diffusion die »Concentration« ohne Einfluss auf die Entwickelung der einen oder der anderen Modification des Calciumcarbonates ist. Es ist daher gegenstandslos, den zweiten und dritten Rose'schen Diffusionsversuch mit ihren besonderen Mengen der Reagentien zu wiederholen.

Dass sich bei den vorliegenden Versuchen der Kalkspath ausschliesslich als Grundrhomboëder ausgeschieden hat, während doch, wie bereits oben S. 382 erwähnt, die Gegenwart von Natriumchlorid auf die Entwickelung der Combination $R . -mR$ hinwirkt, ist kein Widerspruch mit den bisherigen Erfahrungen. Die Einwirkung der Lösungsgenossen ist abhängig von ihrer Menge**). Selbst bei der Gegenwart von 1 Grammäquivalent Natriumchlorid im Liter Lösung scheiden sich unter Umständen neben den

*) Vergl. oben S. 382.

**) Vergl. Theil I, S. 488 i. 4.

vorherrschenden $R.-mR$ noch reine R aus. Bei der Gegenwart von 0,2 Grammäquivalent Natriumchlorid überwiegen unter Umständen bereits die reinen R über die Combinationen*). Die bei den vorliegenden Versuchen auftretenden Mengen Natriumchlorid, im Maximum 0,005 Grammäquivalent, sind zu gering, um überhaupt einwirken zu können**).

Ausserdem ist aus dem Verlaufe der Versuche 52—54 zu ersehen, dass die Krystallisationen, welche Rose bei dem entsprechenden Versuche erhalten hat, also die büschel- und garbenförmigen Krystalle, unmöglich von den von Rose angegebenen Versuchsbedingungen verursacht worden sein können, sondern dass anderweitige, von Rose übersehene Ursachen wirksam gewesen sind.

d. Garbenförmige und dergl. Aggregate von Calciumcarbonat.

Auffindung der garbenförmigen und dergl. Aggregate.

Nachdem, wie unter b. und c. berichtet, zahlreiche Versuche, welche zum Zwecke der Darstellung der büschel- und garbenförmigen Krystalle unternommen worden waren, diese Gebilde nicht geliefert hatten, traten dieselben völlig unvermuthet bei dem 217. Versuche***) auf. Dies war um so überraschender, als ich bereits gefunden zu haben glaubte, dass unter den bei dem erwähnten Versuche vorliegenden Bedingungen sich Aragonit nicht zu bilden vermöchte. Da es sich durch die vorliegende Untersuchung herausgestellt hat, dass diese Gebilde völlig unabhängig von den absichtlich herbeigeführten Versuchsbedingungen entstanden sind, so möge hier gar nicht auf die letzteren eingegangen werden. In dieser Hinsicht sei auf den Theil VIII dieser Abhandlung verwiesen, in welchem ich diesen Versuch im Zusammenhange mit anderen näher zu beschreiben gedenke.

An dieser Stelle sei nur erwähnt, dass bei dem 217. Versuche an der Oberfläche der Lösung dreierlei Gebilde entstanden: Kalkspathkrystalle von der Form $-mR.R$, bündelartige, büschel- und garbenförmige Krystalle (s. Tafel VII, Figg. 5—8), sowie runde Scheibchen†). Die wohlausgebildeten Kalkspathkrystalle hatten eine Länge bis zu 0,2 mm und eine Breite bis zu 0,06 mm. Die garbenförmigen Aggregate waren bis zu 0,2 mm lang und an der schmalsten Stelle bis 0,025 mm breit. Der Durchmesser der Scheibchen betrug im Maximum ca. 0,8 mm. Die Durchnittsmaasse erreichten bei

---

*) Vergl. Theil I, S. 478 und 479.

**) Auf Abhängigkeit der Wirkung der Lösungsgenossen von ihrer Menge gedenke ich im Theil VI dieser Abhandlung und später näher einzugehen.

***) Es ist dies der 217. Versuch in der Reihenfolge des Beginnens derselben. Die Reihenfolge der Veröffentlichung der Versuche ist eine andere.

†) Es sind dies Gebilde von derselben Art, wie solche bereits oben S. 380 und S. 382 erwähnt werden mussten.

den Krystallen etwa die Hälfte, bei den Aggregaten etwa drei Viertel der angegebenen Abmessungen. Abgesehen von einem sich bei einem Theile derselben in geringsten Mengen beimischenden Farbstoff bestehen diese dreierlei Gebilde gleichmässig aus reinem Calciumcarbonat. Die Abwesenheit von Strontium und Baryum war durch sorgfältige Analyse von 5 g des Ausgangsmaterials vor der Ausführung des Versuches festgestellt worden, wie in den Theilen VII und VIII näher mitgetheilt werden wird.

Bei der nun folgenden Beschreibung der durch den 217. Versuch erhaltenen bündelartigen, büschel- und garbenförmigen Aggregate ist zu bedenken, dass diese Angaben sich nur auf ein einziges Vorkommen beziehen, also nur ein Beispiel für die eben erwähnten Gebilde, jedoch keine allgemeine Beschreibung derselben liefern.

Auftreten der Aggregate.

Das Verhältniss der Anzahl der wohlausgebildeten Kalkspathkrystalle, der Aggregate und der Scheibchen betrug etwa 20 : 4 : 1. Während die wohlausgebildeten Krystalle an keiner Stelle der die Oberfläche der Lösung bedeckenden Krystallhaut fehlten, waren die Aggregate und die Scheibchen höchst ungleichmässig zwischen den Krystallen vertheilt. Auf vielen je einige Quadratmillimeter grossen Flächenstücken fehlten die Aggregate und Scheibchen vollständig, auf anderen traten die letzteren beiden Arten Gebilde in bald geringerer, bald grösserer Menge auf, und auf einigen Flächenstücken befanden sich die Aggregate, jedoch kaum je die Scheibchen, in der Mehrzahl. Zwischen dem Auftreten der Aggregate und der Scheibchen war ein Zusammenhang nicht zu bemerken.

Die bedeutend überwiegende Mehrzahl der Aggregate ist auf wohlentwickelten Kalkspathkrystallen aufgewachsen. Diese letzteren schwimmen theils, wie in Fig. 5 dargestellt, einzeln auf der Oberfläche der Lösung, theils, was die Regel bildet, sind dieselben zu individuenreichen, an der Oberfläche des Wassers anhaftenden einschichtigen Aggregaten vereinigt. Neben den aufgewachsenen garbenförmigen und dergl. Aggregaten findet sich jedoch eine immerhin merkliche Anzahl derselben in freier Entwickelung vor. Die Figuren 6, 7 und 8 geben Beispiele hiervon. Sehr selten treten die letzterwähnten Aggregate für sich allein zu stets individuenarmen Aggregaten höherer Ordnung zusammen. Verwachsungen von Aggregaten mit Scheibchen wurden nicht beobachtet.

Habitus der Aggregate.

Bei einer Vergleichung der in den Figuren 5—8 dargestellten Aggregate mit Fig. 2 und den unter a. mitgetheilten Angaben Rose's entsteht unmittelbar der Gedanke an eine Identität dieser Gebilde.

Durch die von Rose angewendeten Bezeichnungen: »bündelartige, büschel- und garbenförmige« Aggregate werden auch die hier vorliegenden Krystallisationen auf das beste charakterisirt. Ausschliesslich aus parallel verwachsenen faserähnlichen Individuen bestehende »bündelartige« Aggregate, wie Fig. 6 eines darstellt, wurden äusserst selten, jedoch sowohl aufgewachsen, als auch frei entwickelt angetroffen. Etwas häufiger, wenn auch sehr zurücktretend, sind solche Uebergangsformen zwischen Bündeln und Büscheln, wie Fig. 5d durch ein Beispiel andeutet. Weitaus die meisten Aggregate zeigten eine weitergehende Zertheilung der Endigungen, was dann stets mit einer bald geringeren, bald beträchtlicheren, der Zertheilung proportionalen Auseinanderbreitung der Fasern verbunden ist. Hierdurch verwandeln sich die Endigungen der Aggregate in räumliche Büschel, wie solche die Figuren 5a, b, c und 8 abzubilden versuchen. Bei dem Durchmustern von hunderten von Aggregaten fanden sich nach und nach Zwischenstufen, welche ermöglichen würden, eine Reihe zusammenzustellen, welche mit Aggregaten mit nur sehr wenig auseinander weichenden Fasern der Endigungen beginnt und durch Formen, welche sich von der vorhergehenden immer nur wenig unterscheiden, bis zu Aggregaten wie 5c führt. Dies spricht bereits sehr dafür, dass die verschieden zerfaserten und auseinander gebogenen Büschel Wachsthumsformen derselben Substanz sind. Bewiesen wird diese Annahme dadurch, dass, wenn auch selten, Aggregate auftreten, deren Endigungen einen verschiedenen Grad der Zerfaserung aufweisen. Das auffälligste Beispiel dieser Art ist in Fig. 7 zur Darstellung gebracht worden. Die weitergehend zerfaserten Aggregate bilden aufgewachsen Rose's »büschelförmige« (Fig. 5a, b, c), frei schwimmend Rose's »garbenförmige« Aggregate (Fig. 8). Da nun diese letzteren die frei entwickelte Form der ganz bedeutend vorherrschenden weitergehend zerfaserten Aggregate darstellen, so habe ich dieselben als Repräsentanten der gesammten Formenreihe aufgefasst und in diesem Sinne in der Ueberschrift erwähnt.

Structur der Aggregate.

Da es sich bei den vorliegenden Aggregaten zum Theil um feinste Fäserchen handelt, so erschien die im Theil III, S. 370 beschriebene Anwendung von Klein'scher Lösung als Einbettungsmittel wegen der Angreifbarkeit des Calciumcarbonates durch dieselbe nicht recht am Platze zu sein. Ein Versuch mit α-Bromnaphthalin liess in dieser auch sonst wegen ihres hohen Lichtbrechungsvermögens und ihrer hohen Siedetemperatur bei optischen Untersuchungen angewendeten Flüssigkeit eine Substanz erkennen, welche trockene Calciumcarbonatkryställchen bei gewöhnlicher Temperatur in wenigen Minuten vollkommen benetzt und luftblasenfrei umschliesst. Es wurde daher diese letztere Flüssigkeit zur Einbettung verwendet.

Wie die Figuren 6—8 zeigen, bestehen die vorliegenden Aggregate in freier Entwickelung aus einem unregelmässig prismatischen Mittelstück und zwei sich zerfasernden Endigungen. Aufgewachsene Aggregate (Fig. 5) haften mit dem eben als »Mittelstück« bezeichneten Theile auf ihrer Unterlage und besitzen nur eine zerfaserte Endigung.

Die Mittelstücke erscheinen zwar an ihrer Oberfläche mehr oder minder wie aus einzelnen Fasern zusammengesetzt, doch sind dieselben völlig compact. Selbst bei Anwendung der besten mir zur Verfügung stehenden Objectivlinse mit einer Apertur = 1,2 und entsprechender Vergrösserung (bis nominell 1180fach) *) blieb ihnen diese Eigenschaft erhalten. Bei schwachen Vergrösserungen erwecken die Mittelstücke vielfach den Eindruck von schilfig entwickelten sechsseitigen Prismen. Mitunter blieb diese Aehnlichkeit auch bei stärkerer und stärkster Vergrösserung bestehen.

Die Endigungen der Bündel erwecken bei einer Apertur = 0,22 und einer einhundertfachen Vergrösserung den Eindruck, als ob dieselben aus ca. 10 Fasern bestünden, welche 0,001—0,002 mm breit, nur selten noch breiter sind. In der gleichen Weise betrachtet werden an der im Gesichtsfelde gelegenen Peripherie der Büschel je nach der Auseinanderfaltung derselben die Spitzen von bis zu 50 dergleichen Fasern sichtbar. Bei Anwendung von Objectivlinsen mit grösserer Apertur ändern sich diese Bilder theilweise. Die Bündel bleiben fast unverändert, nur hin und wieder taucht eine früher nicht sichtbar gewordene schmälere Faser neu auf. Bei den Büscheln werden hingegen bei jeder Verbesserung des Auflösungsvermögens der mir zur Verfügung stehenden Mikroskope immer mehr Fasern sichtbar. Diese Erscheinung geht jedoch in zweierlei Weise vor sich. In der Regel treten bei stärkerem Auflösungsvermögen die 0,001—0,002 mm breiten Fasern immer deutlicher hervor und es erscheinen zwischen denselben noch zahlreiche fernere Fäserchen, deren Breite bis zu 0,0001 mm heruntergeht. In selteneren Fällen verschwinden jedoch bei stärkerem Auflösungsvermögen die bei schwachem Auflösungsvermögen vermutheten breiteren Fasern und es zeigen sich dann die Büschel ausschliesslich aus feinsten Fäserchen zusammengesetzt. Wie die äussere Beschaffenheit der compacten Mittelstücke der Aggregate andeutet und die unmittelbare Fortsetzung der faserförmigen Sculpturen derselben in losgelöste, sich abbiegende Fasern unmittelbar beweist, entstehen die Fasern zunächst durch Zerfaserung des compacten Mittelstückes. Werden durch Zertrümmerung eines Aggregates einzelne Fasern isolirt, so zeigen dieselben vielfach die Erscheinung der Gabelung bezw. Drei- und Viertheilung unter sehr spitzen

*) Wegen der Beschaffenheit meiner Augen erblicke ich die mikroskopischen Bilder nur in 48 % jener Grösse, welche dieselben bei 250 mm Sehweite erlangen würden.

Winkeln, woraus eine fernere Zerfaserung der primären Fasern ersichtlich ist. Irgendwelche normalen Krystallflächen treten an den Fasern nicht auf.

Ausnahmsweise finden sich völlig vereinzelt oder zu wenigen beisammen stehend breitere oder schmalere und schmalste Fasern auf wohlausgebildeten Kalkspathkrystallen aufgewachsen. Es lässt sich kaum der Schluss von der Hand weisen, dass diese völlig identisch aussehenden, ebenfalls in verdünnter Salzsäure sofort löslichen einzelnen Fasern derselben Substanz angehören, wie die zugleich auftretenden, zu Aggregaten vereinigten Fasern.

Färbung und Homogenität der wohlentwickelten Kalkspathkrystalle und der Aggregate.

Die wohlentwickelten Kalkspathkrystalle und die Mittelstücke der Aggregate zeigen in Bezug auf die Färbung die gleichen Eigenschaften, während sich die faserigen Endigungen quantitativ abweichend verhalten.

Eingelegt in Wasser sind die Krystalle und die compacten Theile der Aggregate wasserklar. Die faserigen Endigungen erscheinen in dem gleichen Medium im durchfallenden Lichte in der Mitte schwärzlichgrau, an den Rändern trüb bräunlichgrau und im auffallenden Lichte durch Reflexion weisslich.

Bei einer Einbettung in Klein'sche Lösung oder in α-Bromnaphthalin und bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung wird ersichtlich, dass die wohlausgebildeten Krystalle und die compacten Theile der Aggregate wohl allermeist, aber nicht ausnahmslos wasserklar sind. Stellenweise tritt eine hell bräunlichgraue Färbung in wolkiger Vertheilung auf. Diese Färbung ist meist nur äusserst schwach entwickelt. Nur an einigen unmittelbar an der Oberfläche der Krystalle und der compacten Theile gelegenen und zwar stets flächenförmigen Partien wird die Färbung beträchtlicher und ausgesprochen bräunlich. Die Färbung der durchgehends gefärbten Fasern giebt sich bereits bei einer Apertur = 0,83 völlig deutlich ausschliesslich als eine Steigerung der soeben beschriebenen Färbungen zu erkennen. Bei stärkstem Auflösungsvermögen des Mikroskopes geht der trüb graubraune Farbenton sowohl der einzelnen Stellen der Krystalle und der compacten Theile als auch der Fasern in ein reines helles Braun über, welches bei den stärkeren Fasern noch bei 1180facher Vergrösserung merklich hervortritt. Auch zeigen die stärkeren Fasern die dem oben erwähnten Verhalten der Krystalle und compacten Theile qualitativ entsprechende Eigenschaft, nahe bezw. an der Oberfläche besonders intensiv gefärbte Partien zu besitzen. Das letztere wurde (bei den Fasern) in den Figuren 5—8 durch stärkere Conturen angedeutet, während die feinere Schraffur sowohl die feinsten Fäserchen als auch die Färbung annäherungsweise darzustellen versucht.

Selbst bei Anwendung der besten Linsen liessen sich weder in den

Krystallen und den compacten Theilen der Aggregate, noch in den zerfaserten Endigungen derselben winzige Einschlüsse irgend welcher Art auffinden. Es muss daher die Färbung als dilut bezeichnet und angenommen werden, dass der bei schwächerer Vergrösserung mit der Färbung verbundene Eindruck einer Trübung durch Lichtabsorption seitens des Farbstoffes bedingt wird. Bei stärkerer Vergrösserung fällt dann durch die Einstellung dünnerer Schichten und der geringer werdenden Sehtiefe der Eindruck der Trübung immer mehr weg.

Pleochroismus *) war nicht wahrzunehmen.

Ein grösserer Einschluss von Mutterlauge, einem Staubtheilchen und dergl. findet sich nicht selten in den Krystallen und Aggregaten vor, ebenso haftet recht häufig diesen Gebilden ein Staubtheilchen oder dergl. äusserlich an.

Verhalten der Aggregate zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen.

Zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen zeigen die compacten Theile der Aggregate (wie die wohlausgebildeten Kalkspathkrystalle) Weiss höherer Ordnung. Die Büschel sind viel zu stark gefärbt, um Polarisationsfarben erkennen zu lassen. Einzelne losgelöste Fasern liefern hingegen sehr lebhafte Polarisationsfarben. Die compacten Theile der Aggregate sowie jede einzelne Faser löschen parallel ihrer Längsrichtung aus.

Wie leicht ersichtlich, lässt sich aus den soeben mitgetheilten, die Form und das optische Verhalten betreffenden Eigenschaften der Aggregate die Zugehörigkeit der letzteren zu einer der beiden Modificationen des Calciumcarbonates nicht ermitteln. Es ist daher erforderlich, noch eine fernere Untersuchungsmethode anzuwenden. Als solche empfiehlt sich die Bestimmung des specifischen Gewichtes.

Möglichkeit der Bestimmung des specifischen Gewichtes sehr kleiner Körnchen mittelst Thoulet'scher Lösung.

Bei den vorliegenden Untersuchungen machte sich wiederholt das Bedürfniss geltend, das specifische Gewicht von nur einige hundertel Millimeter grossen Körnchen zu bestimmen beziehungsweise derartige Körnchen nach ihrem specifischen Gewichte zu sondern. Dieses ist in folgender Weise mittelst Thoulet'scher Lösung möglich.

Die Thoulet'sche Lösung, in welcher die zu sondernden Körnchen suspendirt sind, wird zur Entfernung der den letzteren anhaftenden Luft nach vorheriger entsprechender Verdünnung anhaltend gekocht, dann auf

*) Im vorliegenden Theile dieser Abhandlung wende ich den Begriff »Pleochroismus« in der Weise an, dass derselbe die Erscheinung, dass nur die Intensität der Absorption mit der Richtung wechselt, mit umfasst.

die Temperatur des Beobachtungsraumes abgekühlt, auf ein geeignet gewähltes specifisches Gewicht gebracht und in irgend einem Scheideapparate einen Tag lang hingestellt. Da selbst minimale Temperaturunterschiede die Thoulet'sche Lösung in eine solche Circulation versetzen, welche stark genug ist, Körnchen von der oben erwähnten Grösse mit auf und nieder zu bewegen, so hängt von der Constanz der Temperatur des Versuchsraumes das Gelingen der Sonderung vollkommen ab. Der Versuchsraum darf weder geheizt noch durch ein Fenster von der Sonne beschienen werden. Während des Winters stellt sich die nothwendige Constanz der Temperatur weit häufiger ein, als im Sommer. Nach einem Tage sind bei genügender Constanz der Temperatur sämmtliche Körnchen je nach ihrem specifischen Gewichte theils am Boden, theils an der Oberfläche der Lösung versammelt. Dass so kleine Körnchen nach einem Tage noch wegen ihres specifischen Gewichtes in mittleren Höhen der Lösung schweben, kommt nur selten vor. Im Allgemeinen ist das Schweben von so kleinen Körnchen ein Zeichen, dass Strömungen in der Thoulet'schen Lösung eingetreten sind. Letzteres ist sogar ausnahmslos der Fall, wenn die Körnchen wolkenartig zusammengeballt sind. Man lässt daher Lösungen, in welcher noch Körnchen in mittleren Höhen schweben, besser noch einen Tag stehen. Ist eine vollständige Sonderung eingetreten, so werden die gesunkenen von den schwimmenden Körnchen getrennt. Die bei der Ausführung der Trennung etwa in Folge einer geringen Aenderung der Temperatur des Versuchsraumes seit der Ermittelung des specifischen Gewichtes der Lösung eingetretene minimale Aenderung des letzteren wird aus den von Goldschmidt angegebenen Daten ermittelt *). Durch systematische Wiederholung der eben angegebenen Trennung bei veränderten specifischen Gewichten der Lösung kann das specifische Gewicht sehr kleiner Körnchen noch auf zwei Decimalen genau ermittelt werden.

Ehe ich in dieser Weise mir unbekannte specifische Gewichte bestimmte, habe ich zur Prüfung der Brauchbarkeit dieses Verfahrens aus dem durch Kochen einer Lösung von Calciumbicarbonat entstehenden Gemenge von Kalkspath, Aragonit und Wachsthumformen des Calciumcarbonates reine Aragonitnadeln mit einem specifischen Gewichte $>$ 2,90 isolirt.

Da die zu untersuchenden Körnchen kein völlig gleiches specifisches Gewicht besitzen, so fallen bei den einzelnen Aufstellungen der Lösung nur gewisse Antheile der zur Untersuchung verwendeten Menge zu Boden. Die niedergefallenen Mengen wurden in einfachen Bruchtheilen abgeschätzt, wobei stets die gesammte im Scheideapparate befindliche Menge = 1 gesetzt wurde. Für die Mittheilung ist es jedoch weit geeigneter, die bei den ein-

*) V. Goldschmidt, Ueber Verwendbarkeit einer Kaliumquecksilberjodidlösung bei mineralogischen und petrographischen Untersuchungen. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1881, 1, 179.

zelnen Scheidungen neu niederfallenden Mengen in Procenten der angewendeten Gesammtmenge auszudrücken. Indem ich die unmittelbar durch Schätzung gefundenen Werthe in solche Procente umrechnete beziehungsweise umrechnen werde, nehmen die Mittheilungen über derartige Bestimmungen des specifischen Gewichtes jene Form an, wie unten auf S. 398 zu ersehen ist. Wenn auch diese Angaben in Procenten durchaus keinen Anspruch auf beträchtliche Genauigkeit erheben können, so geben dieselben doch ein im grossen Ganzen zutreffendes und weit übersichtlicheres Bild der Ergebnisse der ausgeführten Sonderung, als eine Beschreibung durch Worte.

Beeinflussung der Färbung der wohlausgebildeten Kalkspathkrystalle und der Aggregate durch die Thoulet'sche Lösung.

Sowohl die oben geschilderte, nur hin und wieder spurenweise vorhandene Färbung der wohlausgebildeten Kalkspathkrystalle und der compacten Theile der Aggregate als auch die intensive Färbung der Fasern wird durch das Kochen in Thoulet'scher Lösung in gleicher Weise und sehr intensiv verändert. Die mit der Färbung ursprünglich verbundene Trübung verschwindet vollständig und hiermit auch die graue Beimischung im Tone der Farbe. Nicht nur, wie vorher bei stärkster Vergrösserung, sondern bereits bei schwächster Vergrösserung ist die Farbe der Fasern ein klares Braun, welches im gewöhnlichen Lichte betrachtet bei schwacher Vergrösserung der Sepia entspricht und bei stärker werdender Vergrösserung in normaler Weise denselben Farbenton in abnehmender Intensität zeigt. Die Färbungen der Krystalle und der Mittelstücke der Aggregate sind bereits bei schwächerer Vergrösserung weniger intensiv. Ausserdem hat die Färbung einen höchst kräftigen constanten Pleochroismus angenommen, der in den Krystallen genau so ist, wie in den compacten Theilen der Aggregate, während die Fasern dieselben Farbentöne in stärkerer Intensität zeigen. Wenn wegen dieser grossen Aehnlichkeit bezw. Gleichheit der Erscheinungen die optische Orientirung der Aggregate in der Weise derjenigen des Kalkspathes gleichgesetzt wird, dass die Längsrichtung der Aggregate der Hauptaxe des Kalkspathes verglichen wird, so lässt sich der Pleochroismus folgendermassen beschreiben: In der gelblichen Thoulet-schen Lösung erscheinen an den gefärbten Stellen der Krystalle und der compacten Theile der Aggregate o = farblos, e = gelblich. In den Fasern wandeln sich die Farben bei einigen derselben von o = nahezu farblos durch gelblich bis e = braun. Andere hingegen zeigen dunklere Töne, bis schliesslich die Farbenübergänge von o = gelblich durch braun bis e = bräunlichschwarz die dunkelste Färbung darstellen. Als Seltenheit findet sich der Farbenwechsel o = nahezu farblos, dann gelblich, intensiv gelb, gelblichbraun, rein braun bis e = bräunlichschwarz.

Bei auffallendem Lichte verschwinden die Krystalle und die Aggregate in Thoulet'scher Lösung eingelegt ebenso wie bei der Einbettung in Klein'sche Lösung oder α-Bromnaphthalin nahezu vollständig. Die Erscheinungen zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen sind ebenfalls die gleichen.

Um die starke Beeinflussung der Farbe der Krystalle und Aggregate durch die Thoulet'sche Lösung zu erklären, könnte zunächst daran gedacht werden, dass lediglich eine »aufhellende« Wirkung der Thoulet-schen Lösung vorliege. Allein hiergegen sprechen alle beobachteten Erscheinungen. Ganz abgesehen davon, dass bei der mikroskopischen Untersuchung keinerlei Poren der Krystalle und Aggregate aufgefunden werden konnten, welche sich mit der Trübung in Beziehung setzen liessen, so bliebe bei der Annahme einer bloss aufhellenden Wirkung der Thoulet-schen Lösung völlig unverständlich, warum nicht auch die anderen ebenfalls aufhellenden Flüssigkeiten, die Klein'sche Lösung und das α-Bromnaphthalin, die gleiche Wirkung auf die Färbung ausüben. Ferner würde bei einer nur aufhellenden Wirkung der Thoulet'schen Lösung durchaus unverständlich bleiben, wie die ursprünglich nicht pleochroitische Färbung in eine so stark pleochroitische Färbung übergehen kann. Es bleibt nur die Annahme übrig, dass die Thoulet'sche Lösung mit dem Farbstoff in chemische Reaction getreten ist. Die hierzu nothwendige bezw. die hierdurch erwiesene Permeabilität des Krystallgefüges möge an dieser Stelle nicht näher erörtert werden.

Zur Auffindung eines ferneren Beweises für die chemische Umsetzung zwischen Farbstoff und Thoulet'scher Lösung wendete ich in der im Theil III auf S. 371 näher beschriebenen Weise Ammoniak als Reagens an. Bei Zusatz einer genügenden Menge von Ammoniak verläuft die Reaction folgendermassen: Beim Herannahen des sich durch Diffusion verbreitenden Ammoniaks werden die gefärbten Stellen der Krystalle und der compacten Theile der Aggregate schwach himmelblau, während die Fasern eine höchst intensiv himmelblaue Farbe annehmen. Bei weiterem Hinzukommen von Ammoniak scheinen bei schwächerer Vergrösserung die schwach himmelblauen Partien zu verschwinden. In Wirklichkeit werden die hell himmelblauen Partien rein hellgrau, und sind daher bei schwacher Vergrösserung nicht auffällig. Die intensiv gefärbten Fasern werden jedoch rasch dunkler und schliesslich (bei durchfallendem Lichte) schwarz. Sehr häufig sind die dem Ammoniaktropfen näher gelegenen Fasern desselben Büschels bereits blau, ja schwarz, während die abgewendeten noch braun sind. Die bei durchfallendem Lichte schwarz erscheinenden Fasern zeigen dieser Färbung entsprechend keinerlei Pleochroismus mehr. Bei auffallendem Lichte erscheinen die bei durchfallendem Lichte schwarz aussehenden Fasern leuchtend weiss. Es hat sich somit aus dem braunen Farbstoffe unter der Einwirkung des Ammoniaks eine opake weisse Substanz gebildet. Dies macht auch das Verhalten der zart

himmelblauen Partien der Krystalle und der compacten Theile der Aggregate erklärlich.

Bei Awendung von wenig Ammoniak, am besten durch Hinstellen des Präparates und eines Tropfens Ammoniaklösung auf besonderem Objectträger unter eine Glocke, gelingt es leicht, die blaue Färbung als stationären Zustand zu erhalten. Die blaue Färbung ist in ihrer besten Entwickelung ebenso klar, wie die braune, und wie diese ebenfalls sehr stark pleochroitisch. Seltsamerweise zeigt jedoch dieser Pleochroismus den entgegengesetzten Sinn : o = zart bis höchst intensiv himmelblau, e = farblos bis zart himmelblau. Bei einer allmählichen Umwandlung des braunen in den blauen Farbstoff vermögen beide Stoffe in solchen Mengen neben einander zu existiren, dass jeder für sich eine intensive Färbung bewirkt. Dann ist o = himmelblau, e = braun. Auch dieser Zustand vermag sich bei ununterbrochener Einbettung in Thoulet'scher Lösung dauernd zu erhalten.

Werden die in Thoulet'scher Lösung irgendwie gefärbten Krystalle und Aggregate in Wasser gelegt, so verfärben sich dieselben sofort in's Graue, der Pleochroismus bleibt mit grauen Tönen noch eine Weile erhalten, nimmt jedoch ab und nach spätestens fünf Minuten ist (wenigstens für den Augenschein) die ursprüngliche (nicht pleochroitische) Färbung wieder hergestellt. — In Wasser eingelegte Krystalle und Aggregate erleiden durch Ammoniak keine Veränderung ihrer Färbung.

— Die dilute Färbung der Krystalle und Aggregate trat einmal ohne Pleochroismus auf, dann mit einem solchen, bei welchem o minder intensiv gefärbt erschien als e, und schliesslich mit einem solchen, bei welchem o den intensiveren Farbenton besass. Aehnliches haben auch O. Lehmann*) und Retgers**) bei ihren Versuchen, Krystalle künstlich dilut zu färben, beobachtet. Hieraus folgt, dass das Auftreten und die Art des Pleochroismus dilut gefärbter Substanzen nicht nur von der Molekularanordnung der letzteren, sondern auch von der Beschaffenheit des Farbstoffes abhängt. Ferner zeigt der oben beschriebene Pleochroismus o = himmelblau und e = braun, dass der Pleochroismus einer dilut gefärbten Substanz sehr wohl durch die gleichzeitige Gegenwart von zwei sich verschieden verhaltenden dilut färbenden Beimengungen bedingt werden kann. —

Für die vorliegende Untersuchung beweisen die Farbenreactionen der Krystalle und der Aggregate in der Thoulet'schen Lösung, dass sich zwischen dem Farbstoff und der Thoulet'schen Lösung, wie bereits oben angenommen, thatsächlich eine chemische Umsetzung vollzogen hat. Da

---

*) O. Lehmann, Ueber künstliche Färbung von Krystallen und amorphen Körpern. Ann. d. Phys. u. Chem. 1894, **51**, 47.

) J. W. Retgers, Beiträge zur Kenntniss des Isomorphismus. VIII.—XXII. Ueber die künstliche Färbung von Krystallen anorganischer Körper mittelst organischer Farbstoffe. Zeitschr. f. phys. Chem. 1893, **12, 600.

durch dieselbe höchst wahrscheinlich den Krystallen und Aggregaten eine Quecksilberverbindung eingelagert worden ist, so ist zu vermuthen, dass die Krystalle hierdurch eine kleine Erhöhung ihres specifischen Gewichtes erfahren haben. Trotzdem wurde in Ermangelung eines besseren Unterscheidungsmittels zwischen Kalkspath und Aragonit die Scheidung nach dem specifischen Gewichte ausgeführt.

Sonderung der bei dem 217. Versuche erhaltenen Krystalle, Aggregate und Scheibchen nach dem specifischen Gewichte.
Das specifische Gewicht der Aggregate ist dasjenige des Kalkspathes.

Durch das Kochen in Thoulet'scher Flüssigkeit hatten sich fast sämmtliche Verwachsungen zwischen verschiedenartigen Gebilden der Krystallhaut gelöst. Im Besonderen hatten sich die »Büschel« im Sinne Rose's nahezu ohne Ausnahme von ihrer Unterlage losgerissen und waren frei in der Flüssigkeit suspendirt. Es war daher zu erwarten, dass sich bei einer Verschiedenheit des specifischen Gewichtes die Aggregate von den übrigen Gebilden trennen würden.

Da nach Rose's Angaben zu erwarten war, dass die Aggregate aus Aragonit bestehen, so begann ich die Sonderung mit einem in der Mitte zwischen dem specifischen Gewichte des Aragonites und des Kalkspathes liegenden specifischen Gewichte der Thoulet'schen Lösung.

Das Ergebniss war folgendes:

Specifisches Gewicht der Thoulet'schen Lösung	Der bei diesem Gewichte neu ausfallende Theil der ursprünglich suspendirten Menge, ausgedrückt in abgeschätzten Procenten	Bemerkungen
2,824	0	—
2,807	0	Weit unter 1 % ist gesunken. Ausschliesslich Aggregate.
2,732	1	Aggregate und Scheibchen, keine Krystalle.
2,723	2	Krystalle, Aggregate u. Scheibchen in einem dem Augenschein nach der ursprünglichen Mengung gleichen Verhältniss.
2,711*)	3	
2,684	63	
2,636	25	
2,586	5	Gleichviel Krystalle u. Scheibchen. Nur sehr wenig Aggregate.
2,538	1	Ausschliesslich Scheibchen.

*) Eingestellt war 2,712. Durch Temperaturänderung war das specifische Gewicht auf obigen Werth zurückgegangen.

Diese Sonderung zeigt dreierlei: Erstens, dass die Krystalle, Aggregate und Scheibchen ein sehr schwankendes specifisches Gewicht besitzen; zweitens, dass die specifischen Gewichte dieser drei Gebilde im Wesentlichen innerhalb derselben Grenzen schwanken; und drittens, dass nicht nur das Gewicht eines Theiles der Aggregate und Scheibchen, sondern auch dasjenige eines Theiles der Kalkspathkrystalle das normale specifische Gewicht des Kalkspathes (= 2,712) übertrifft.

Da den Scheibchen der Theil V dieser Abhandlung gewidmet werden soll, so mögen an dieser Stelle die Scheibchen des Weiteren ausser Acht gelassen werden.

Dass die wohlausgebildeten Kalkspathkrystalle und die Aggregate ein schwankendes specifisches Gewicht besitzen, wird durch die oben (S. 393) erwähnten grösseren Einschlüsse, angewachsene Stäubchen und dergl. vollkommen erklärt. Dass diese beiden Formen im grossen Ganzen das gleiche specifische Gewicht zeigen (und beide chemisch gleich sind), führt zu der Annahme, dass beide aus derselben Substanz, also Kalkspath, bestehen. Die entgegengesetzte Annahme, dass die Aggregate Aragonit sind, wird durch deren specifisches Gewicht durchaus widerlegt. Die dritte sich bei der Sonderung ergebende Erscheinung, dass etliche wohlausgebildete Kalkspathkrystalle und Aggregate ein specifisches Gewicht über 2,712 aufweisen, steht vollkommen mit deren Färbung und der Einwirkung der Thoulet-schen Lösung auf den Farbstoff in Einklang. Die hierbei in das Calciumcarbonat spurenweise eingelagerten Verbindungen (wohl Quecksilberverbindungen) haben zum Theil die eventuelle Gewichtsherabminderung durch Einschlüsse und dergl. mehr wie aufgewogen und den Krystall über sein normales Gewicht beschwert. Hiermit stimmt sehr gut überein, dass die weit stärker gefärbten Aggregate, obgleich ihre Zerfaserung wohl die Bildung von Einschlüssen begünstigen mag, doch noch höhere specifische Gewichte erreichen, wie der wohlauskrystallisirte Kalkspath.

Somit weisen die Ergebnisse der Sonderung darauf hin, die garbenförmigen und dergl. Aggregate als zerfaserte Kalkspathkrystalle anzusprechen.

Die Ursache der Zerfaserung eines Theiles der Kalkspathkrystalle zu garbenförmigen und dergl. Aggregaten.

Das ausnahmslos gleichzeitige Auftreten der intensiveren Färbung und der Faserbildung, welches oben S. 392 geschildert worden ist, weist unmittelbar darauf hin, dass die Einlagerung jener Substanz, welche die dilute Färbung bedingt, zugleich die Zerfaserung verursacht. Andere Autoren haben in letzterer Zeit bei Versuchen, Krystalle dilut zu färben, neben anderen Begleiterscheinungen der diluten Färbung ebenfalls Zerfaserung beobachtet. So berichtet O. Lehmann: Bei fortgesetzter Farbstoffbei-

mischung werden diese [d. h. durch die Farbstoffbeimischung bedingten] Structurstörungen sehr eingreifend und bewirken eine völlige Aufblätterung des Krystalles in dünne Lamellen oder Zerfaserung in sehr feine Trichiten*). Retgers hat am Kaliumsulfat Folgendes wahrgenommen: »Mit zahlreichen Farbstoffen zeigt es deutlich Neigung zur Bildung nadelförmiger und faseriger Gebilde, die viel deutlicher gefärbt sind, als die Lösung selbst. Sie sind in ihrem Habitus abweichend von den compacten K_2SO_4-Krystallen. Wenn diese letzteren [in derselben Lösung] entstehen, so sind sie immer ungefärbt«**). Dass nicht alle Kalkspathkrystalle sich gleichmässig gefärbt und zerfasert haben, stimmt mit dem Theil III, S. 377 unter c. 2. aufgeführten und der soeben citirten Erfahrung über die Aufnahme dilut färbender Pigmente durch Krystalle überein. Die in den stark gefärbten Fasern vorliegende relativ beträchtliche Anreicherung von Farbstoff wurde ebenso bei der im Theil III, S. 374 besprochenen Färbung angetroffen. Wenn die Aggregate als zerfaserte Kalkspathkrystalle betrachtet werden, so sind die compact gebliebenen Mittelstücke derselben als die entsprechenden Theile der allein vorhandenen Krystallform des Kalkspathes, der Combination eines vorherrschenden steilen negativen Rhomboëders mit dem Grundrhomboëder, also als das mittlere Stück eines steilen Rhomboëders anzusehen. Hiermit stimmt die einem sechsseitigen Prisma ähnliche Gestalt einiger compacten Theile der Aggregate sehr gut überein. Dass bei der Zerfaserung der Endigungen auch die compact gebliebenen Mittelstücke ihre regelmässigen Krystallflächen mehr oder minder verloren und sich mit faserähnlichen Wülsten bedeckt haben, welche in freie Fasern der Endigungen übergehen, lässt sich recht wohl als eine durch die Zerfaserung secundär bedingte Wachsthumserscheinung erklären.

Aus dem Bisherigen ergiebt sich:

Die vorliegenden garbenförmigen und dergl. Aggregate sind Kalkspathkrystalle, welche in Folge einer beträchtlichen Aufnahme eines dilut färbenden Pigmentes zerfasert sind.

---

*) O. Lehmann, a. a. O. S. 68.

**) J. W. Retgers, a. a. O. S. 615. — Wenn Retgers an der oben citirten Stelle fortfährt: »Eine echte Farbstoffaufnahme ..... tritt hier also nicht auf«, so soll dies vielleicht heissen: »Eine Farbstoffaufnahme ohne Structurstörungen ..... tritt hier also nicht auf«. Denn weiter unten berichtet Retgers: »Hier war auch deutlich continuirlicher Uebergang von braunen in farblose Fasern zu sehen, so dass man hier wohl innige Farbstoffaufnahme annehmen muss. Die Fasern zeigen auch dieselben blassen Polarisationsfarben zwischen gekreuzten Nicols wie das reine Salz, so dass sie unzweifelhaft aus K_2SO_4 bestehen. Um ausserdem sicher zu sein, dass die dichroitischen Fasern nicht dem Farbstoffe selbst zuzuschreiben sind, wurden die beiden braunen Farbstoffe in destillirtem Wasser gelöst und die Lösung verdunstet. Es entstanden hier durchaus nicht die dichroitischen Fasern. Letztere bestehen also sicher aus K_2SO_4.«

Die nur schwach gefärbten Partien in den wohlausgebildeten und den compacten Theilen der zerfaserten Krystalle beweisen, dass mindestens eine gewisse Menge des betreffenden Farbstoffes in die Raumeinheit des Krystalles eingelagert werden muss, ehe die zerfasernde Wirkung des Farbstoffes in Erscheinung tritt.

Als ursprünglicher Träger des Farbstoffes, welcher die oben besprochenen Färbungen hervorruft, ist mit völliger Sicherheit das mineralische Ausgangsmaterial*), welches bei dem 217. Versuche angewendet wurde, anzusehen, wie im Theile VIII der vorliegenden Untersuchung näher erörtert werden wird.

e. Vergleichung der im Theil III beschriebenen mit der unter d. abgehandelten diluten Färbung des Kalkspathes.

Die soeben unter d. besprochenen gefärbten Aggregate liefern ein ferneres Beispiel für die im Theil III der vorliegenden Mittheilungen behandelte dilute Färbung des Kalkspathes.

In Bezug auf ihre Begleiterscheinungen zeigen jedoch diese Färbungen ein völlig verschiedenes Verhalten. Während die im Theil III beschriebenen Färbungen mit keinerlei Aenderungen der Krystallform verbunden waren, hingegen die Bildung zahlreicher Einschlüsse und ein beschleunigtes Wachsthum hervorriefen**), hat die hier erörterte Färbung die von ihr ergriffenen Krystalle zerfasert, im übrigen aber die Homogenität und die Wachsthumsgeschwindigkeit nicht beeinflusst.

Die Verschiedenheit der Begleiterscheinungen der unter einander höchst ähnlichen trüb bräunlichen Färbungen wird wohl am besten durch die Annahme erklärt, dass dieselben von stofflich verschiedenen Substanzen hervorgerufen werden. Auch liegt kein zwingender Grund vor, von den gleichen Begleiterscheinungen der beiden im Theil III beschriebenen Färbungen auf die stoffliche Identität der diese beiden Färbungen verursachenden Substanzen zu schliessen. Vielmehr geht aus der oben citirten Abhandlung von O. Lehmann hervor, dass chemisch völlig verschiedene Farbstoffe recht wohl dieselben Beeinflussungen des Krystallwachsthums hervorzurufen vermögen. Trotzdem können die beiden im Theil III erwähnten Färbungen recht wohl identisch sein.

Zu dem gleichen Ergebnisse führt die Betrachtung des Verhaltens der in Thoulet'scher Lösung eingebetteten Krystalle gegen Ammoniak. Die oben S. 395 mitgetheilte Umwandlung der anfangs entstehenden blauen

---

*) Vergl. auch Theil III, S. 366, Einleitung.

**) Theil III, S. 377, Ergebnisse 3—5.

Färbung in opakes Weiss unterscheidet den eine Zerfaserung bewirkenden Farbstoff scharf von den beiden anderen. Bei der Theil III, S. 374 ff. beschriebenen Färbung wird durch Ammoniak die ursprüngliche Färbung wieder hergestellt, wobei nur ab und zu ein flüchtiges Hindurchgehen durch einen bläulichen Farbenton erfolgt*). Ein Ueberschuss an Ammoniak ändert hierin nichts. Möglicherweise rührt der vorübergehend auftretende blaue Ton von einer zur Zerfaserung zu geringen Beimengung des hier unter d. besprochenen Farbstoffes her, welcher sich spurenhaft neben dem vorherrschenden, seine ursprüngliche Beschaffenheit wieder erlangenden Farbstoff vorfindet. Die in Theil III auf S. 368 ff. abgehandelte Färbung unterscheidet sich von der in diesem Theile beschriebenen, abgesehen von dem Schwanken der Farbenreactionen, sowohl durch entschieden mehr violette Farben**), als auch dadurch, dass ein Ueberschuss an Ammoniak die violetten Töne nicht mehr ändert. Da Isländer Doppelspath in Thoulet'scher Lösung die gleichen Reactionen zeigt, während derselbe in farblosen Medien wasserklar ist und durch Ammoniak unverändert bleibt, so wird höchstwahrscheinlich diese Reaction überhaupt nicht von der die Färbung und das stärkere Wachsthum hervorrufenden Substanz bedingt, sondern von einer anderweitigen, wohl farblosen, wenn so gesagt werden darf, diluten Beimischung, deren Menge zu gering ist, um das Wachsthum der Krystalle in irgend einer Weise zu beeinflussen.

f. Discussion von Rose's Versuchen mit verdünnten Lösungen.

Als ich im zweiten Theile der vorliegenden Abhandlung auf S. 224 zu erklären versuchte, wie es möglich sei, dass Rose bei seinen Verdunstungsversuchen mit verdünnten Lösungen Aragonit erhalten zu haben angiebt, während thatsächlich nur Kalkspath entsteht, dachte ich an eine wirklich Aragonit bedingende Beimischung oder an eine Verwechselung von etwa zugegen gewesenem $MgCO_3 + 3$ aq mit Aragonit. Dieser Annahme entsprechend angestellte Versuche ergaben jedoch wohl Kalkspath mit Aragonit bezw. mit aragonitähnlichem dreifach gewässerten Magnesiumcarbonat, aber nichts, worauf Rose's Beschreibung von garbenförmigen und dergl. Aggregaten gepasst hätte. Deshalb schloss ich die Discussion mit den Worten: »Vielleicht werden künftige Versuche die (zuletzt) erwähnten Verhältnisse besser aufklären.«

Die vorliegenden Untersuchungen erlauben den Widerspruch zwischen Rose's und meinen Angaben nunmehr befriedigend zu erklären. Da einerseits, wie Theil II***) und der Abschnitt c. dieses Theiles beweisen, bei

*) Vergl. a. a. O. S. 376.

**) Vergl. a. a. O. S. 371.

***) Vergl. diesen Theil, Abschnitt b.

Anwendung von chemisch reinen Reagentien unter den von Rose angegebenen Bedingungen der Krystallisation aus verdünnten Lösungen ausschliesslich Kalkspath und niemals Aragonit entsteht, und andererseits alle von Rose mitgetheilten Eigenschaften der von ihm als Aragonit bestimmten garbenförmigen und dergl. Aggregate völlig mit denjenigen von zerfaserten Kalkspathkrystallen übereinstimmen, so folgt hieraus, dass Rose an Stelle von Aragonit zerfaserte Kalkspathkrystalle unter Händen gehabt und als Aragonit beschrieben hat.

Hieraus folgt weiter, dass Rose's Reagentien eine (quantitativ unmerkliche) Verunreinigung durch solche organische Verbindungen enthalten haben, welche derartige Zerfaserungserscheinungen bedingen. Dieser Folgerung wird von Rose's Abhandlungen nicht widersprochen. Nirgends wird erwähnt, dass sich Rose von der Reinheit der Reagentien überzeugt habe. Das von ihm angewendete Wasser war sogar derartig unrein, dass sich bei einem Versuche ein Niederschlag von Priestley'scher Materie absetzte*). Eine unmittelbare Bestätigung der Gegenwart eines Farbstoffes giebt Fig. 2, welche, wie bereits oben S. 380 erwähnt, deutlich zeigt, dass Rose's Aggregate ein klares Mittelstück und dunklere Endigungen hatten. Die ebenfalls auf S. 380 aufgeführten einzelnen Aragonitkrystalle der Versuche von Rose finden in den auf S. 392 beschriebenen einzelnen Fasern ihr Gegenstück. Schliesslich enthalten Rose's Abhandlungen keinerlei krystallographische oder dergl. Angaben, welche gegen die Verwechselung von zerfasertem Kalkspath mit Aragonit sprechen, wie aus dem Schlussabsatze des Abschnittes a. auf S. 381 hervorgeht.

Wenn auch selbstverständlich angenommen werden muss, dass der Aragonit ebenso wie der Kalkspath unter Umständen zerfaserte Krystalle bildet, so lässt dennoch die oben nachgewiesene Verwechselung von zerfasertem Kalkspath mit Aragonit jene Angaben von Rose über das Vorkommen von Aragonit revisionsbedürftig erscheinen, bei denen dieser Autor den Aragonit ausschliesslich auf Grund der Zerfaserung bestimmt hat. Hierher gehört u. a. auch das Vorkommen von Aragonit im Harn der Kaninchen, welches Vorkommen oben S. 380 erwähnt worden ist.

g. Ergebnisse.

1. Alle Versuche mit verdünnten Lösungen, bei denen Gustav Rose bei gewöhnlicher Temperatur (und bei Abwesenheit von Strontian- und dergl. Verbindungen) die Bildung von Aragonit neben Kalkspath oder von Aragonit allein beobachtet haben will, ergeben mit chemisch reinen Reagentien ausgeführt, ausschliesslich Kalkspath (S. 387). Es sind somit alle

*) Siehe oben S. 381.

geologischen Schlüsse, welche aus dieser vermeintlichen Bildung von Aragonit bei gewöhnlicher Temperatur gezogen worden sind, hinfällig.

2. Eine bezw. einige von jenen noch nicht fassbaren, wahrscheinlich organischen Substanzen, welche als Beimengung des Kalkspathes denselben dilut färben, bewirken eine Zerfaserung der Krystalle desselben zu garbenförmigen und dergl. Aggregaten.

3. Die Verschiedenheiten zwischen dem von Rose beschriebenen Verlaufe seiner Versuche und den Ergebnissen der Wiederholung derselben Versuche mit reinen Reagentien erklären sich dadurch, dass Rose's ohne besondere Vorsicht hergestellte Lösungen derartige Substanzen enthielten, welche eine Zerfaserung eines Theiles oder sämmtlicher Kalkspathkrystalle zu garbenförmigen und dergl. Aggregaten bewirkten, und dass Rose diese Aggregate als Aragonit beschrieben hat.

Tharand, mineralogisches Institut der königlichen Forstakademie, Februar 1895.

Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1. Durch Eindampfen einer Calciumbicarbonatlösung erhaltene Krystallisation. Vergrösserung 360fach. Diese Figur ist eine Copie von Rose's Fig. 10 auf Taf. IV in den Abhandl. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1856. — S. 379.

Fig. 2. Von Rose als Aragonit bestimmter Absatz aus dem Harn von Kaninchen. Vergrösserung 360fach. Diese Figur ist eine Copie von Rose's Fig. 12 auf Taf. II in den Abhandl. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1858. — S. 380.

Fig. 3. Ein Grundrhomboëder mit abgerundeten Kanten. Vergr. 50fach. — S. 387.

Fig. 4. Ein normal entwickeltes Grundrhomboëder zur Erläuterung der Fig. 3.

Fig. 5. Auf einem normal entwickelten Kalkspathkrystall aufgewachsene zerfaserte Kalkspathkrystalle. Vergr. 250fach. — S. 388 ff.

Fig. 6—8. Frei entwickelte zerfaserte Kalkspathkrystalle. Vergr. 250fach. — S. 388 ff.

Druckfehler.

Theil I, **21**, S. 451, Zeile 5 v. u. statt »Fig. 3« lies »Fig. 2«.
Theil II, **22**, S. 210, Zeile 15 v. u. statt »Aragonit, an« lies »Aragonit an,«.
- - S. 212, Zeile 7 v. o. statt »letzten« lies »letzteren«.
- - S. 220, Zeile 18 v. u. ist »die Krystallisation« zu streichen.
- - S. 221, Zeile 2 v. u. statt »*e*« lies »*b*«.
- - S. 223, Zeile 10 v. o. statt »Längen« lies »Lösungen«.

XVII. Auszüge.

1. **B. Hecht** (in Königsberg): **Beiträge zur geometrischen Krystallographie** (Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. Göttingen 1892, 239—247).

Seien π_1, π_2, π_3 die krystallographischen Axen, N_I, N_{II}, N_{III}, N_{IV} vier Flächennormalen, von denen nicht drei in einer Ebene liegen; seien ferner $c_{hk} = \cos(\pi_h, \pi_k)$, $c_{hK} = \cos(\pi_h, N_K)$, $c_{HK} = \cos(N_H, N_K)$.

Aus der Determinante

$$E = \begin{vmatrix} c_{11} & \cdots\cdots & c_{1IV} \\ \vdots & & \vdots \\ c_{IV1} & \cdots\cdots & c_{IVIV} \end{vmatrix} = 0$$

leitet Verf. einige Sätze ab, betreffs derer auf das Original verwiesen werden muss. Unter anderem wird gezeigt, »dass es Krystallflächencomplexe mit rationalen Indices und mit einer dreizähligen Symmetrieaxe S giebt von der Beschaffenheit, dass unter den Flächen des Complexes die zu jener Symmetrieaxe senkrechte Ebene nicht auftritt«. Endlich wird im Anschluss hieran ein Beweis für den bekannten Satz geliefert, dass ein Krystallflächencomplex nur zwei-, drei-, vier- oder sechszählige Symmetrieaxen besitzen kann.

Ref.: J. Beckenkamp.

2. **A. Sella** und **W. Voigt** (in Göttingen): **Beobachtungen über die Zerreissungsfestigkeit beim Steinsalz** (Ebenda, 494—513).

Aus seinen Versuchen über die Zerreissungsfestigkeit beim Steinsalz zog Sohncke die Vermuthung, dass nur die Grösse der Componente der Zugkraft normal zur Spaltungsfläche für die Trennung des Zusammenhanges massgebend sei, und schloss daher, dass dann die Tragfähigkeit p in beliebiger Richtung durch die Tragfähigkeit p_0 parallel der Würfelnormalen gegeben sein müsste durch die Formel $p = \frac{p_0}{\cos^2(a, w)}$, wenn (a, w) den Winkel zwischen der Stabaxe und der Würfelnormalen senkrecht zur Bruchfläche bezeichnet. Bei den Versuchen Sohncke's war der Einfluss, welchen eine nicht ganz centrisch wirkende Kraft besitzt, eine Fehlerquelle, die bis zu 60 % des Gesammtbetrages das Resultat stören konnte. Durch beiderseitiges Einkitten der Steinsalzstäbe in stählerne Fassungen mit einem Wachscolophonium-Kitt, so dass genau in der Verlängerung der Stabaxe Schrauben zur Aufnahme der belastenden Gewichte bezüglich zur

Aufhängung des Stabes angebracht waren, suchten die Verff. die genannte Fehlerquelle so gut als möglich zu beseitigen. In dieser Fassung stark gespannte Stäbe erschienen im polarisirten Lichte auch völlig homogen, woraus geschlossen werden kann, dass sie keine merklichen Biegungen erfahren hatten.

Damit die Stäbe nicht innerhalb der Fassung zerrissen, wurden sie so geschliffen, dass sie nach der Mitte hin sich allmählich verjüngten, oder es wurden mitten zwischen den beiden Fassungen auf jeder der vier (zu einander und zur Endfläche senkrechten) Seitenflächen flache Höhlungen von 12 mm Länge und 0,15 mm Tiefe eingeschliffen. Bei den Festigkeitsbestimmungen sind locale Störungen von grossem Einfluss; an fehlerhaften Stellen ist der Querschnitt kleiner, also die Spannung grösser, deshalb erweitert sich der Riss, und das Zerreissen tritt dann an dieser Stelle ein, also nicht immer an den äusserlich am kleinsten erscheinenden Querschnitten. Die Resultate sind aus diesem Grunde auch bei allen Vorsichtsmassregeln weniger genau als z. B. bei Elasticitätsbeobachtungen.

Ist der Querschnitt der dünnsten Stelle q, das Gewicht, bei welchem das Zerreissen eintrat, P, so ist die Grenzspannung oder Tragfähigkeit pro Flächeneinheit $p = \frac{P}{q}$.

Die Beobachtungen der Verff. ergaben:

1) Stäbe mit der Längs-(Zug-)Richtung und einer Querrichtung in einer Würfelebene; bezeichnet φ den Winkel der Längsrichtung mit der Hauptaxe, so entsprechen sich:

φ	0^0	15^0	30^0	45^0
Mittelwerth von p	571	553	737	1150
Maximum von p	608	588	773	1320
Minimum von p	537	500	712	1040

2) Stäbe mit der Längs- und Querrichtung in einer Rhombendodekaëderfläche; bezeichnet ψ den Winkel der Längsaxe gegen eine Krystallaxe, so entsprechen sich:

ψ	0^0	32^0	$54\frac{1}{3}^0$	72^0	90^0
Mittelwerth von p	917	1870	2150	2240	1840
Maximum von p	967	2240	2520	2360	1900
Minimum von p	858	1640	1890	2040	1780

3) Stäbe mit der Längsrichtung in einer Hauptaxe; bezeichnet χ den Winkel der Querdimensionen gegen die beiden anderen Axen, so entsprechen sich:

χ	0^0	$22\frac{1}{2}^0$	45^0
Mittelwerth von p	571	714	917
Maximum von p	608	753	967
Minimum von p	537	660	858

4) Stäbe mit der Längsrichtung in der Halbirungslinie des Winkels zweier Hauptaxen; bezeichnet ω den Winkel der einen Querdimension gegen die Ebene derselben zwei Axen, so entsprechen sich:

ω	0^0	19^0	38^0	45^0
Mittelwerth von p	1150	1620	1730	1840
Maximum von p	1320	1750	1960	1900
Minimum von p	1040	1550	1640	1780

Von diesen Reihen enthalten die beiden letzten das unerwartete Resultat, dass die Tragfähigkeit eines rechteckigen Prismas sehr bedeutend von der Orientirung seiner Seitenflächen abhängt. Für beide Längsrichtungen ist p am kleinsten, wenn eine der Seitenflächen in eine Würfelfläche fällt, am grössten, wenn sie um 45° dagegen geneigt ist. Das Verhältniss der Mittelwerthe von p für die beiden Lagen der Seitenflächen ist für die zwei untersuchten Längsrichtungen fast genau gleich, nämlich gleich 1,6.

Die Verff. erklären diese Erscheinung durch die Annahme, dass die Oberflächenschicht mit der Orientirung der Grenzflächen wechselt. Die Eigenschaft, welche die Tragfähigkeit bestimmt, würde hiernach beim Steinsalz nicht eine Volumen-, sondern eine Flächenfestigkeit sein.

Ref.: J. Beckenkamp.

8. Ch. Soret (in Genf): **Ueber die Wärmeleitung in Krystallen** (Note sur la conductibilité thermique dans les corps cristallisés. Compt. rend. **1892**, **114**, 535. — Archives des sciences physiques et naturelles **1892**, **27**, 373—379).

Seien F_x, F_y, F_z die Componenten des Wärmestromes F nach irgend drei rechtwinkligen Axen, und u die Temperatur am Punkte (xyz); man nimmt an, dass die drei Stromcomponenten lineare Functionen des Temperaturgefälles in den drei Coordinatenrichtungen seien, und setzt also:

$$- F_x = c_{11}\frac{du}{dx} + c_{12}\frac{du}{dy} + c_{13}\frac{du}{dz},$$

$$- F_y = c_{21}\frac{du}{dx} + c_{22}\frac{du}{dy} + c_{23}\frac{du}{dz},$$

$$- F_z = c_{31}\frac{du}{dx} + c_{32}\frac{du}{dy} + c_{33}\frac{du}{dz}.$$

Die Ermittelung der »Constanten« c_{mn} der Wärmeleitung kann auf drei verschiedene Weisen geschehen.

1) Man kann die Wärmemenge F_n messen, welche in der Zeiteinheit durch den Querschnitt einer Platte fliesst, deren parallele Endflächen auf den verschiedenen, aber constanten Temperaturen u_1 und u_2 gehalten werden, und deren Flächenausdehnung im Verhältniss zu ihrer Dicke e so gross ist, dass man die Störungen an den Rändern vernachlässigen kann. Es wird dann $- F_n = k_n \frac{u_1 - u_2}{e}$; der »Coëfficient der senkrechten Wärmeleitung« $k_n = \frac{-eF_n}{u_1 - u_2}$ kann also für jede Platte experimentell gefunden werden.

Aus dem angegebenen allgemeinen Ansatze ergiebt sich, dass k_n gleich dem reciproken Werthe des Quadrates des Leitstrahles eines Ellipsoides

$$c_{11}x^2 + c_{22}y^2 + c_{33}z^2 + (c_{23} + c_{32})yz + (c_{31} + c_{13})zx + (c_{12} + c_{21})xy = 1 \text{ ist.}$$

Wählt man die Hauptaxen dieses »inversen Ellipsoides« (die »Axen der Wärmeleitung«) zu Coordinatenaxen, so wird die Gleichung des Ellipsoides $k_x x^2 + k_y y^2 + k_z z^2 = 1$; ferner wird dann $k_n = k_x\alpha^2 + k_y\beta^2 + k_z\gamma^2$, wenn α, β, γ die Richtungscosinus der Plattennormale in Bezug auf die Axen der Wärmeleitung sind. Aus der Ermittelung von k_n für eine genügend grosse Anzahl von verschieden orientirten Platten lassen sich also k_x, k_y, k_z und das inverse Ellipsoid bestimmen.

Ebenfalls auf die Axen der Wärmeleitung bezogen werden die Gleichungen der Stromcomponenten

$$-F_x = k_x \frac{du}{dx} - \lambda_z \frac{du}{dy} + \lambda_y \frac{du}{dz},$$

$$-F_y = \lambda_z \frac{du}{dx} + k_y \frac{du}{dy} - \lambda_x \frac{du}{dz},$$

$$-F_z = -\lambda_y \frac{du}{dx} + \lambda_x \frac{du}{dy} + k_z \frac{du}{dz}.$$

Die drei Coëfficienten λ_x, λ_y, λ_z, welche (natürlich ebenso wie k_x, k_y, k_z) Functionen der Grössen c_{mn} sind, haben eine spiralförmige Gestalt der Strömungscurve zur Folge.

2) Man kann die Wärmemenge F_l messen, welche in der Zeiteinheit durch den Querschnitt eines Stabes fliesst, dessen Länge im Verhältniss zum Querschnitt so gross ist, dass man die Störungen an den Endquerschnitten vernachlässigen kann. Es wird $-F_l = k_l \frac{u_1 - u_2}{l}$. Der »Coëfficient der linearen Leitungsfähigkeit« $k_l = \frac{-lF_l}{u_1 - u_2}$ kann also für jeden Stab bestimmt werden. k_l ist das Quadrat des Leitstrahles des »Ellipsoides der linearen Wärmeleitung«

$$\frac{x^2}{k_x} + \frac{y^2}{k_y} + \frac{z^2}{k_z} + \frac{(\lambda_x x + \lambda_y y + \lambda_z z)^2}{k_x k_y k_z} = 1 + \frac{k_x \lambda_x^2 + k_y \lambda_y^2 + k_z \lambda_z^2}{k_x k_y k_z}.$$

Für $\lambda_x = \lambda_y = \lambda_z = 0$ geht dieses in das »Hauptellipsoid«

$$\frac{x^2}{k_x} + \frac{y^2}{k_y} + \frac{z^2}{k_z} = 1$$

über und es wird dann

$$\frac{1}{k} = \frac{\alpha^2}{k_x} + \frac{\beta^2}{k_y} + \frac{\gamma_2}{k_z},$$

wenn α, β, γ die Richtungscosinus der Stabaxe mit den Axen der Wärmeleitung bilden. Sowohl durch Ermittelung von k_l für eine hinreichende Anzahl verschieden orientirter Stäbe als auch von k_n für Platten lassen sich die Grössen k_x, k_y, k_z und das Hauptellipsoid bestimmen. Die Bestimmung von verschiedenen k_l führt ausserdem zur Kenntniss des Ellipsoides der linearen Wärmeleitung.

3) Bei der bekannten Methode von Senarmont sind die isothermischen Curven Ellipsen, welche den Schnittlinien des Ellipsoides der linearen Wärmeleitung mit der Plattenoberfläche entsprechen. Diese Methode kann somit zur Bestimmung des genannten Ellipsoides Verwendung finden.

Ref.: J. Beckenkamp.

4. Ch. Soret (in Genf): **Experimentelle Untersuchung der rotatorischen Coëfficienten der Wärmeleitung** (Sur l'étude expérimentale des coëfficients rotationnels de conductibilité thermique. Archives des sciences physiques et naturelles 1893, **29**, 355—357).

Die vorhin erwähnten Grössen λ müssen in Folge der Symmetrie in allen denjenigen Classen verschwinden, in welchen entweder schon an sich oder nach

Hinzufügung eines Centrums der Symmetrie mehr als eine Symmetrieaxe auftreten. Bei Krystallen des monoklinen Systems z. B. müsste dagegen die Strömungscurve in Spiralen um die Symmetrieaxe verlaufen. Erwärmt man also eine parallel (010) geschnittene Platte an einem Rande, so trifft die Senarmont'sche Isotherme diesen Rand in ungleichen Abständen von der Erwärmungsstelle, während die Isotherme eine genaue Ellipse sein muss, wenn die Erwärmungsstelle mitten auf der Platte liegt. Leichter zu beobachten muss jene Unregelmässigkeit der Isotherme dann sein, wenn man eine Platte $\parallel$(010) eines monoklinen Krystalles durch einen Schnitt senkrecht zur Platte in zwei Hälften theilt und dann die eine um 180° so dreht, dass die obere Fläche der einen Hälfte mit der ursprünglichen unteren Fläche der anderen Hälfte in dieselbe Ebene kommt, und dann beide Platten mit nur geringem Zwischenraum an den Schnittflächen neben einander legt. Werden nun beide Platten an demselben Punkte der gemeinsamen Berührungslinie erwärmt, so müssen in Folge der spiralförmigen Strömung die Isothermen da, wo sie den gemeinsamen Rand treffen, auf beiden Hälften die entgegengesetzte Verschiebung zeigen.

Wenn eine zur Symmetrieaxe parallele Platte des monoklinen Systems an einem Punkte erwärmt wird, so müssen dieselben Grössen λ in Bezug auf eine zur genannten Axe parallelen Richtung unsymmetrische Isothermen zur Folge haben.

Da letzteres bis jetzt noch nicht beobachtet wurde, und da Verf. bei den von ihm an Gypsplatten $\parallel$(010) angestellten Versuchen die erstgenannte Verschiebung der Isothermen nicht beobachten konnte, so vermuthet er, dass die Grössen λ auch bei allen weniger symmetrischen Classen entweder Null oder doch nur sehr kleine Grössen seien.

Ref.: J. Beckenkamp.

5. **E. Carvallo** (in Paris): **Die Absorption in Krystallen und die verschiedenen Lichttheorien** (Absorption cristalline et choix entre les diverses théories de la lumière (Comptes rendus 1892, **114**, 661—665).

Nach Becquerel hängt die Absorption des monochromatischen Lichtes bei einem doppeltbrechenden Krystalle nur von der Fresnel'schen Schwingungsrichtung ab. Sind z die Plattendicke, i_0 die Intensität des einfallenden, i die des austretenden Lichtstrahles, α, β, γ die Winkel zwischen der Schwingungsrichtung und den Coordinatenaxen, so ist nach Becquerel

$$\sqrt{i} = \sqrt{i_0}(e^{-mz}\cos^2\alpha + e^{-nz}\cos^2\beta + e^{-pz}\cos^2\gamma).$$

Ist die Plattendicke gleich $2z$, so müsste also sein:

$$\sqrt{i_1} = \sqrt{i_0}(e^{-2mz}\cos^2\alpha + e^{-2nz}\cos^2\beta + e^{-2pz}\cos^2\gamma).$$

Bestände die Absorption nur in einer Aenderung der Intensität, nicht auch in einer solchen des Polarisationszustandes, dann müsste die zweite Dicke z dieselbe Wirkung haben wie die erste; es müsste also i_2 (für die Dicke $2z$) gerade so aus i (für die Dicke z) folgen, wie i aus i_0; es wäre also

$$\begin{aligned}\sqrt{i_2} &= \sqrt{i}(e^{-mz}\cos^2\alpha + e^{-nz}\cos^2\beta + e^{-pz}\cos^2\gamma)\\ &= \sqrt{i_0}(e^{-mz}\cos^2\alpha + e^{-nz}\cos^2\beta + e^{-pz}\cos^2\gamma)^2.\end{aligned}$$

Da i_2 mit i_1 nicht übereinstimmt, so muss nach der Becquerel'schen Theorie auch eine Aenderung des Polarisationszustandes eintreten.

Beim Turmalin können schon bei geringer Dicke die Grössen e^{-nz} und e^{-pz} gegenüber e^{-mz} vernachlässigt werden; es wird daher für Turmalin $i_1 = i_0\, e^{-4mz} \cos^4 \alpha$, $i_2 = i_0\, e^{-4mz} \cos^8 \alpha$ (α ist der Winkel der Fr. Schwingungsrichtung mit der Hauptaxe). Die Beobachtung bestätigt nach dem Verf. die Formel für i_1, wenn die Platte von der Dicke $2z$ nicht durchschnitten ist; dagegen die Formel für i_2, wenn die Platte aus zwei Hälften besteht, von denen jede die Dicke z hat.

H. Becquerel bemerkt zu dieser Mittheilung: Man kann annehmen, dass die Absorptionserscheinungen auf die Existenz intramolekularer Bewegungen zurückzuführen sind, welche entweder synchron oder harmonisch zu denjenigen sind, welche sie auslöschen. Diese Bewegungen finden nach drei auf einander senkrechten Richtungen statt. Vielleicht würden überhaupt auch alle Lichtschwingungen im Krystall parallel den drei optischen Elasticitätsaxen stattfinden.

Ref.: J. Beckenkamp.

6. A. Potier (in ?): **Die Absorption des Turmalins** (Sur l'absorption de la tourmaline. Comptes rendus 1892, 114, 874).

Nach der vorigen Mittheilung müsste man alle bisherigen Theorien für die Ausbreitung des Lichtes in Krystallen verwerfen. Verf. findet jedoch die Beobachtung, wonach die Intensität bei derselben Dicke einer absorbirenden Platte verschieden sein sollte, je nachdem die Platte aus einem oder aus zwei übereinander liegenden Stücken besteht, nicht bestätigt.

Ref.: J. Beckenkamp.

7. B. Brunhes (in Paris): **„Ueber innere Reflexion in Krystallen". — Ueber den Nachweis des Parallelismus einaxiger Krystallplatten mit der optischen Axe** (Sur la réflexion cristalline interne. — Sur la vérification du parallélisme à l'axe optique des lames cristallines uniaxes. Comptes rendus 1892, 115, 502—505, 600—602, 696).

Verf. giebt einige Sätze über die einfache Reflexion an basischen Flächen optisch einaxiger Platten und über den allgemeinen Fall der doppelten Reflexion sowohl der theilweisen, als der totalen.

Auf eine optisch einaxige Platte lasse man ein in der Einfallsebene polarisirtes Lichtbündel fallen, und lasse das von der Platte reflectirte Licht durch einen Analysator gehen, welcher zum Polarisator senkrecht steht. Ein einfallender Strahl giebt zwei gebrochene, von denen jeder wieder zwei reflectirte liefert. Das aussen reflectirte Licht wird durch den Analysator ausgelöscht. Schaltet man noch ein Prisma in den Gang der Lichtstrahlen ein, so ist das Aussehen des Spectrums der im Inneren reflectirten Strahlen für eine beliebig orientirte Platte sehr complicirt. Für eine zur Axe parallele Platte hat man ein regelmässig gestreiftes Spectrum, welches identisch ist mit demjenigen, welches das durch eine Platte von doppelter Dicke hindurchgehende Licht liefert.

Der Einfluss einer fehlerhaften Parallelstellung besteht darin, dass die geradzähligen Streifen nach rechts, die ungeraden nach links verschoben werden. Man erhält also statt einer regelmässigen Aufeinanderfolge der Streifen eine Reihe von Streifengruppen zu je zwei Streifen.

Bei einer Platte, deren Axe um 17′ gegen die Grenzflächen geneigt ist, fällt diese Theilung der Streifen in Gruppen schon deutlich auf.

Werden gleichzeitig Analysator und Polarisator um 90° gedreht, so ändern

sich die regelmässigen Streifen einer fehlerlosen Platte nicht; bei einer fehlerhaften Platte dagegen rücken zwei Streifen, welche vorhin zu weit abstanden, zu nahe aneinander und umgekehrt. Diese Wanderung der einzelnen Streifen giebt also den doppelten Betrag der Abweichung aus der normalen Lage an.

Die Grösse der Abweichung wächst ausser mit dem Fehler der Axenorientirung noch mit der Plattendicke und der Stärke der Doppelbrechung. Bei einer Quarzplatte von 1,5 mm Dicke kann man leicht Orientirungsfehler von $\frac{1}{2}$ Minute erkennen.

Ref.: J. Beckenkamp.

8. Fr. Haag (in Rottweil): **Graphische Lösung der diophantischen Gleichungen ersten Grades** (Zeitschr. f. mathem. u. naturw. Unterricht **28**, 161—170).

Schneidet man auf drei senkrechten Axen vom Schnittpunkte aus drei gleiche Längen ab, construirt über den Abschnitten einen Würfel und füllt dann den Raum mit congruenten Würfeln aus, so erhält man ein cubisches Raumgitter. Die Coordinaten eines jeden Eckpunktes dieses Gitters sind dann Vielfache der vorhin gewählten Einheiten, also ganze Zahlen. Jede Ebene, welche durch drei solcher Eckpunkte geht, enthält unendlich viele Eckpunkte, die ein Netz mit parallelogrammatischen Maschen bilden. Die Gleichung einer solchen Netzebene ist

$$hx + ky + lz = c ,$$

wo h, k, l, c ganze Zahlen sind (Gesetz der rationalen Indices). Die Ebene $hx + ky + lz = 0$ geht durch den Coordinatenanfangspunkt. Dieser Ebene ist die Ebene $hx + ky + lz = 1$ benachbart; ihr Abstand ist $\frac{1}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$; die Dichtigkeit der beiden Netzebenen ist proportional derselben Grösse $\frac{1}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$ d. h.: je dichter eine Netzebene mit Punkten besetzt ist, desto grösser ist ihr Abstand von der nächsten ihr parallelen Netzebene (vgl. Sohncke diese Zeitschr. **18**, 213).

Die Verbindungslinie je zweier gegenüberliegender Eckpunkte heisst Parameter, ihr Abstand ist $\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}$. Durch Verschiebung gleich und parallel dem Parameter kommen die Punkte mit sich zur Deckung (Deckschiebung).

Die Netzebene $hx + ky + lz = 0$ giebt in den Coordinatenebenen die Eckpunkte $(\bar{k}, h, 0)$, $(\bar{l}, 0, h)$ und $(0, \bar{l}, k)$. Die Verbindungsstrecken dieser Punkte mit dem Coordinatenanfangspunkte sind ebenfalls Deckschiebungen. Weitere Netzpunkte erhält man daher durch Addition oder Subtraction der erwähnten Coordinaten zu den Coordinaten eines bekannten Netzpunktes. Netzpunkte sind deshalb auch die Punkte

$(\bar{k} \pm \bar{l}, k \pm 0, 0 \pm h)$, $(\bar{k} \pm 0, h \pm \bar{l}, 0 \pm k)$, $(\bar{l} \pm 0, 0 \pm \bar{l}, h \pm k)$ etc.

Ref.: J. Beckenkamp.

9. G. B. Negri (in Genua): **Krystallform einiger Cantharidinderivate** (Rendic. d. R. Accad. d. Lincei 1892 (II), 225). — Dargestellt von Anderlini.

1. Product der Einwirkung von Aethylendiamin auf Cantharidin, $C_{11}H_{14}O_3N$. Schmelzpunkt 219°—220°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,2811 : 1 : 1,7906 ; \beta = 75° 58'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}10\}$, $\{\bar{1}03\}$. Farblose, durchsichtige Krystalle. Prismatisch nach $[001]$ oder tafelig nach $\{100\}$. Alle Flächen gut spiegelnd. Selten Zwillingskrystalle nach $\{100\}$.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(100):(110)$ =	65° 11′	12	—
$(\bar{1}00):(\bar{1}11)$ =	74 45	12	—
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	114 46½	3	—
$(110):(\bar{1}10)$ =	48 36	8	48° 38′
$(\bar{1}10):(\bar{1}11)$ =	28 47	7	28 51
$(110):(\bar{1}11)$ =	48 45	7	48 45
$(\bar{1}11):(\bar{1}03)$ =	61 32	8	61 36½
$(110):(\bar{1}03)$ =	90 31	1	90 28
$(\bar{1}00):(\bar{1}03)$ =	88 51	4	88 52

Auf $\{1\bar{1}0\}$ bildet eine Auslöschungsrichtung (weisses Licht) mit c im ebenen Winkel $[1\bar{1}0:\bar{1}00]:[1\bar{1}0:1\bar{1}\bar{1}]$ einen Winkel von 34° ca. Auf $\{100\}$ eine optische Axe austretend.

2. Chlorhydrat der Base $C_{12}H_{18}O_3N_2.C_{12}H_{15}O_3N_2.HCl$. Schmelzpunkt 253°.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a:b:c = 1,2640:1:0,5515.$$
$$\alpha = 105^0 2', \quad \beta = 101^0 55', \quad \gamma = 86^0 4'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$. Farblose, durchsichtige Krystalle. Tafelig nach $\{100\}$. $\{100\}$ vorherrschend. Alle Flächen gut spiegelnd.

Winkel:	Beobachtet:	Zahl der Kanten:	Berechnet:
$(100):(110)$ =	52° 35′	7	—
$(110):(010)$ =	38 20	8	—
$(100):(001)$ =	78 42	10	—
$(110):(111)$ =	43 23	4	—
$(111):(001)$ =	27 53	6	—
$(010):(\bar{1}00)$ =	89 9	8	89° 5′
$(010):(001)$ =	75 27½	2	75 27
$(110):(001)$ =	71 17	4	71 16
$(100):(111)$ =	63 41	1	63 45
$(111):(010)$ =	55 23	1	55 16½
$(100):(1\bar{1}1)$ =	57 40	6	57 38
$(001):(1\bar{1}1)$ =	36 7	6	36 4
$(0\bar{1}0):(1\bar{1}1)$ =	75 20	4	75 21
$(1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$ =	97 28	1	97 32
$(111):(1\bar{1}1)$ =	49 16	1	49 23

Auf $\{100\}$ bildet eine Auslöschungsrichtung (weisses Licht) mit $[100:110]$ im ebenen Winkel $[100:110]:[110:111]$ einen Winkel von 72½°. Auf $\{100\}$ Austritt einer optischen Axe.

Ref.: G. Bartalini.

10. G. Spezia (in Turin): **Ueber den Ursprung des Schwefels in der Schwefelformation von Sicilien** (Turin, Candeletti 1892).

Wichtige Mineralien für den Ursprung des Schwefels sind in Bezug auf Menge Calcit, Gyps, Cölestin, durch ihre Verbreitung auch Kieselerde (Quarz, Chalcedon, Opal, Melanophlogit) und Bitumen. Der Quarz kommt in Geoden vor als Krusten oder als Dendriten. Der reichlichere Chalcedon umhüllt die Krystalle an den Drusenwänden und bildet den Kern der Kieselstalaktiten oder die Basis der Quarzkrusten. Der Opal (Hyalit mit 9 % H_2O) bildet dünne Krusten, Stalaktiten oder Kerne in Kalkspath.

Der Melanophlogit, nicht selten auf der Gionagrube, wurde in zwei Drusen vom Verf. gefunden; er zeigte Würfel und Würfelaggregate bis 2 mm Seite; die Krystalle sind farblos, gelblich, oder mit farblosen und gelblichen Schichten. Gelbliche Krystalle werden leichter und bei niedrigerer Temperatur schwarz, weil sie mehr Kohlenwasserstoff enthalten. Der Verf. hält die Würfel nicht für mimetisch, weil einige durch Lösung eines Kalksteinstückes erhaltene Krystalle von 8 Mikromillimeter Seite vollkommene Isotropie darboten. Die grösseren Krystalle wären nach ihm Würfelaggregate mit radialfaserigen Bündeln parallel den Diagonalen der Würfelflächen (an einem Dünnschliffe beobachtet). Um die auffallende chemische Zusammensetzung zu erklären, liess er einige Tage hindurch gallertartige Kieselerde mit H_2SO_4 stehen, brachte dieselbe zur Trockne und glühte eine Stunde hindurch. Dann erreicht sie in Wasser keine vollkommene Durchsichtigkeit mehr und die saure Reaction tritt erst nach einiger Zeit auf. Durch längeres Erhitzen verschwindet H_2SO_4 vollständig. Wird H_2SO_4 bei niedriger Temperatur und durch längere Zeit entfernt, so kann, nach dem Verf., eine grössere Menge derselben zurückbleiben und die Kieselsäure Opalhärte erreichen. Nach den Experimenten von Graham kann in der Kieselerde eine Kohlenstoffverbindung die Stelle des Wassers einnehmen; dies würde die Gegenwart des Kohlenwasserstoffes erklären.

Aus den an vielen Stücken und Drusen angestellten Beobachtungen über die Paragenesis der Mineralien in den Lithoklasen folgt, dass die Absätze des Schwefels, Kalkspathes, Cölestins, der Kieselerde, des Asphalts alterniren und auf nassem Wege langsam erfolgten.

Durch Lösung und chemische Einwirkung bildet sich öfters eine Umhüllung des Cölestins oder Schwefels durch Kieselerde oder Kalkspath, ferner allmähliche Lösung des Cölestins, und dann Ausfüllung des hohlen Abdruckes durch andere Mineralien (Ausfüllungspseudomorphosen). — In anderen Fällen sind die Cölestinkrystalle bedeckt mit einer zerreiblichen Umhüllung, entstanden durch Umwandlung des $SrSO_4$ in $SrCO_3$ und eines Theiles des $SrCO_3$ in $CaCO_3$. Wurden Cölestinkrystalle in eine Lösung von Natrium- und Calciumbicarbonat und in eine Lösung derselben Salze mit $NaCl$ gebracht, so waren die Krystalle nach vier Monaten mit einer aus $SrCO_3$ mit 4,80 % $CaCO_3$ bestehenden Umhüllung bedeckt. In der Lösung mit $NaCl$ war die Umhüllung dicker geworden, woraus zu schliessen, dass auf der Gionagrube die Zersetzung durch die Gegenwart der Absätze von Steinsalz erleichtert wurde. Bei derselben Grube (Cantiere Taboni) liefert ein Ziehbrunnen Wasser von 24° C. mit Geruch nach H_2S, salzigem Geschmack und einem Gehalt an 16,80 ‰ fester Substanz, bestehend aus S, Mg, Cl, Na, Ca, Sr, Si, Steinsalz, Gyps, Aragonit und Kieselerde. Also enthält das Wasser alle Substanzen der Schwefelformation.

Auch in den sogenannten Soriaten (einer aus alternirenden Schichten von Schwefel und Kalkstein bestehenden Formation) ist der Schwefel im Allgemeinen von Cölestin, Kieselerde und Asphalt begleitet, welche man aber nur durch Lösen des Kalksteines chemisch erkennen kann. An zwei Exemplaren (das eine von

Sommatino, das andere von Giordano) wurde Cölestin nicht gefunden; Pyrit war aber sehr reichlich. Die Formation mit schichtartiger Structur (»struttura soriata«) ist nach dem Verf. eine wesentlich auf chemischem Wege, mit Spuren von mechanischem (Bruchstücke von Mineralien und Kieselorganismen) Absatz in Becken gebildet. Die Kieselerde hält er für mit dem Schwefel associrt von dessen erster Bildung an.

Die Aehnlichkeit der Ausfüllung der Lithoklasen mit den Soriaten wird dadurch erklärt, dass das Becken (Bacino) des geschlossenen Meeres, welches die Soriaten gebildet hat, durch Quellen, welche aus Lithoklasen entsprangen, genährt wurde.

Ursprung des Cölestins. Für die Synthese dieses Minerals sind verschiedene Methoden bekannt. Der Verf. hat auch durch langsame Reaction von $FeSO_4$ und $SrNO_3$ in einer neutralen Flüssigkeit Cölestin erhalten, ferner durch Behandlung eines Gypsstückes mit einer Lösung von Strontiumbicarbonat. An der sicilianischen Fundstätte glaubt dagegen der Verf. dieses Mineral nur durch Lösung von $SrSO_4$ in Wasser gebildet. Was den Ursprung dieser Substanz betrifft, nimmt er im Gegensatze zu Dieulafait an, dass dieselbe von vulkanischen Gesteinen herstamme, weil sie in denselben mehrmals und auch in einer Fumarola vom Aetna gefunden wurde.

Ebenso erklärt er den Ursprung der Kieselerde (das oben erwähnte Wasser der Gianogrube enthält 0,066 $^0/_{00}$) nicht aus Tripel, sondern aus der Zersetzung der Feldspath-haltigen Gesteine, welche durch vulkanische Wirkung unterstützt worden wäre.

Ferner glaubt der Verf., dass die Wärmewirkung, welche die Bildung des Asphalts aus organischen Substanzen bewirkte, dem Vulcanismus angehörig ist. Hieraus folgt, dass der Vulcanismus die Ursache der Cölestin-, Kieselerde- und Bitumenbildung ist.

Die bisherigen Hypothesen über die Bildung des Schwefels kann man auf zwei reduciren: durch Zersetzung des Gypses und durch vulkanische Wirkung.

Schwefel von endogener Herkunft ist sehr gewöhnlich, und die Dauer des Absatzes (10000 Jahre nach Mottura) würde die Menge des Schwefels genügend erklären. Ebenso könnte der Gyps vulkanischen Ursprung haben, aber hier glaubt der Verf. ihn aus dem Meere entstanden annehmen zu müssen.

Die Hypothese einer Reduction durch organische Substanzen oder durch Kohlenwasserstoffe von endogener Herkunft ist nicht ausreichend, um die Menge des Schwefels, die Füllung der Lithoklasen und die Bildung der Soriate zu erklären.

Ebenso kann die Gegenwart des Cölestins und der Kieselerde nicht erklärt werden durch Reduction des Gypses. Hätten die vom Meere herstammenden Gypse den Cölestin geliefert, so würden sie und die Meere von allen sonst bekannten verschieden gewesen sein.

Die Schwefelkrystalle können durch Sublimation, durch Zersetzung von H_2S oder des Ca-Sulfhydrat sich bilden; letzteres kann durch gasförmiges oder in Wasser gelöstes H_2S entstehen. Ausserdem enthielten die Mineralquellen wahrscheinlich auch Ca.

Nach der Ansicht des Verfs. haben daher der Schwefel und die begleitenden Mineralien ihren Ursprung in Mineralquellen.

Ref.: G. Bartalini.

11. F. Quiroga († in Madrid): **Optische Anomalien der Zinkblende von Picos de Europa** (Actas d. l. Sociedad de hist. nat. 1892 [2], 1 (XXI) Juliheft).

Durch mechanische Einflüsse werden Spaltblätter der Zinkblende des genannten Vorkommens dauernd optisch anormal, weshalb es nicht gelingt, völlig isotrope Spaltungsstücke herzustellen. Uebt man an einer Stelle, wo eine Spaltungslamelle noch isotrop ist, mit einer Nadel gegen die Oberfläche einen leichten Druck aus, so sieht man im parallelen polarisirten Lichte eine kreuzförmige helle Stelle entstehen. Wird der Druck verstärkt, so entsteht eine Schlagfigur, ähnlich wie beim Steinsalz.

Ref.: W. Muthmann.

12. F. Chaves (in Madrid): **Ein Quarzkrystall von dem Cerro del Fruto (bei Jeres de la Frontera)** (Ebenda, Septemberheft 1892). — Der vom Verf. beobachtete, durchsichtige, leicht hellgrau gefärbte Krystall zeichnet sich dadurch aus, dass er vorwiegend das positive Rhomboëder und nur ganz untergeordnet die Flächen des negativen zeigt, während Prismen ganz fehlen; er erhält so das Aussehen eines Würfels. Aehnliche Krystalle sind von Vidal y Careta und später von M. A. Herrera in dem Vorkommen von Guanabaquita beobachtet worden (Cronica cientifica No. 309, 330 und 331).

Ref.: W. Muthmann.

13. Derselbe: Beobachtungen an Fuchsinkrystallen (Ebenda). — Der Verf. macht auf den treppenförmigen Aufbau der inwendig hohlen Aggregate aufmerksam.

Ref.: W. Muthmann.

14. H. W. Bakhuis-Roozeboom (in Leiden): **Die Löslichkeitscurve für Salzpaare, welche sowohl Doppelsalz als Mischkrystalle bilden, speciell für Salmiak und Eisenchlorid** (Zeitschr. f. physik. Chemie 1892, 10, 145).

Aus Mischlösungen von Salmiak und Eisenchlorid können drei Arten von Krystallen entstehen, je nach dem Mengenverhältniss der beiden Körper:

1) $Fe_2Cl_6 + 12H_2O$, wenn der Salmiakgehalt verhältnissmässig gering ist. Schon aus einer Lösung, die auf 100 Theile Wasser 4,03 Th. NH_4Cl und 91,61 Th. $FeCl_3$ enthält, scheiden sich bei 15° neben den Eisenchloridkrystallen Krystalle des unter 2) zu erwähnenden Doppelsalzes ab.

2) Das Doppelsalz $2NH_4Cl.FeCl_3.H_2O$ entsteht, wenn in der Lösung auf 100 Mol. Wasser mehr als 1,36 Mol. NH_4Cl kommen.

3) Mischkrystalle (die sogenannten Eisensalmiakwürfel) entstehen, wenn in der Lösung auf 100 Mol. Wasser weniger als 7,75 Mol. $FeCl_3$ kommen. Wird in eine solche $FeCl_3$-arme Lösung von dem Doppelsalze hineingebracht, so setzt sich dasselbe in Mischkrystalle um. Es wurden Mischkrystalle von einem Eisenchloridgehalt bis zu 7,29 % beobachtet.

Die experimentellen Resultate des Verfs. in Bezug auf Gleichgewicht zwischen Lösungen und Krystallen, aus denen die obigen Thatsachen sich ergeben, sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Nr. der Analyse:	Auf 100 Th. H_2O Theile		Auf 100 Moleküle H_2O Moleküle		Art der Krystalle:
	NH_4Cl	$FeCl_3$	NH_4Cl	$FeCl_3$	
1	0	83,88	0	9,30	$Fe_2Cl_6 + 12H_2O$
2	3,24	86,32	1,09	9,57	- -
3	4,03	91,61	1,36	9,93	- - + Doppelsalz

Nr. der Analyse:	Auf 100 Th. H_2O Theile NH_4Cl	$FeCl_3$	Auf 100 Moleküle H_2O Moleküle NH_4Cl	$FeCl_3$	Art der Krystalle:
4	5,92	83,64	2,00	9,27	Doppelsalz
5	8,31	78,77	2,79	8,71	-
6	9,21	77,54	3,11	8,60	-
7	12,08	73,20	4,05	8,09	-
8	15,53	69,01	5,22	7,65	-
9	19,12	64,83	6,41	7,18	-
10	22,88	61,28	7,70	6,79	-
11	32,04	56,00	10,78	6,21	-
12	23,21	60,83	7,82	6,75	7,29 % Mischkrystalle, enthaltend Eisenchlorid
13	23,05	59,90	7,76	6,64	7,10 -
14	22,63	53,47	7,62	5,94	5,55 -
15	22,85	49,30	7,69	5,71	5,00 -
16	22,90	45,42	7,70	5,03	4,40 -
17	23,00	42,92	7,74	4,76	2,25 -
18	23,23	39,13	7,81	4,34	3,80 -
19	23,05	34,56	7,76	3,83	3,06 -
20	25,33	25,43	8,52	2,82	1,64 -
21	28,41	15,33	9,60	1,70	0,94 -
22	32,55	6,15	10,95	0,68	0,31 -
23	35,30	0	11,88	0	—

Ob ein gesetzmässiger Zusammenhang besteht zwischen dem Eisengehalte der Mischkrystalle und demjenigen der Lösung, geht aus den Versuchen des Verfs. nicht mit Sicherheit hervor. Es scheint, dass ein solcher nicht existirt, denn der Verf. beobachtete bei mehreren Versuchsreihen eine Ungleichmässigkeit in jenem numerischen Verhältniss insofern, als bei nacheinander folgenden Ausscheidungen der Eisengehalt der Krystalle zuerst abnahm, dann später aber wieder zunahm. Da ein Grund für dieses sonderbare Verhalten nicht anzugeben ist, so ist nach der Ansicht des Verfs. jede weitere Speculation über die Beziehungen zwischen *Fe*-Gehalt der Lösungen und der Mischkrystalle verfrüht.

Was die Frage anbelangt, in welcher Form das Eisenchlorid in den untersuchten merkwürdigen Mischkrystallen enthalten ist, so suchte der Verf. dieselbe dadurch zu entscheiden, dass er Wasserbestimmungen in den Krystallen ausführte. Dieselben ergaben auf 1 Mol. $FeCl_3$ 3,97—4,1 Mol. H_2O, was also auf das Vorhandensein eines Hydrates $Fe_2Cl_6 8H_2O$ hindeutet. Da ein solches jedoch in freiem Zustande nicht bekannt ist, so hält es der Verf. für wahrscheinlicher, dass das Hydrat $Fe_2Cl_6 7H_2O$, das in freiem Zustande monosymmetrisch krystallisirt, den einen Bestandtheil der Krystalle bilde. Der Verf. nimmt eine reguläre, bis jetzt noch unbekannte Modification dieses Hydrates an, um den Umstand zu erklären, dass seine Mischkrystalle, soweit sie sehr langsam bei 15° entstanden waren, sich als isotrop erwiesen. Zwar erhält man bei Herstellung mikroskopischer Präparate durch schnelles Verdunsten ausnahmslos mehr oder weniger doppeltbrechende Würfel, indessen verschwindet diese Doppelbrechung, wenn man die Krystalle längere Zeit bei Zimmertemperatur liegen lässt, weshalb sie wohl Spannungserscheinungen zuzuschreiben sein dürfte.

Ref.: W. Muthmann.

15. J. W. Retgers (im Haag): **Beiträge zur Kenntniss des Isomorphismus.**

XIII. Ueber den Einfluss fremder Substanzen in der Lösung auf die Form, die Reinheit und die Grösse der ausgeschiedenen Krystalle (Zeitschr. f. physikal. Chemie 1892, **9**, 267).

Für die bekannte Thatsache, dass die Anwesenheit fremder Substanzen in der Lösung eines Körpers oft die Form der Krystalle desselben beeinflusst, sucht der Verf. zunächst eine Erklärung zu geben; er findet eine solche in der Abweichung der Capillaritätsconstanten verschieden zusammengesetzter Flüssigkeiten gegenüber den verschiedenen Krystallflächen. So würde durch Harnstoffzusatz die Capillaritätsconstante einer $NaCl$-Lösung gegen die Oktaëderflächen derart verändert, dass die Bildung von Oktaëdern begünstigt wird*).

Die Thatsache, dass die Krystalle einer Substanz aus gewissen Lösungen, z. B. KNO_3 und PbN_2O_6 aus rein wässeriger Lösung, häufig Einschlüsse enthalten, die den Krystall manchmal milchweiss erscheinen lassen, sucht der Verf. durch unregelmässige Diffusionsströme übersättigter Lösung, »welche den Krystall nur auf einigen Stellen berühren«, sowie durch Ausscheidung von Luftbläschen beim Krystallisiren zu erklären; auch nimmt er »einen gewissen Parallelismus zwischen Capillaritätsconstante der Mutterlauge und ihrer Fähigkeit zur Bildung klarer Krystalle« an.

Es folgt sodann ein längeres Capitel, in welchem der Verf. folgenden Satz zu beweisen sucht: »Alle krystallinischen Substanzen haben unter gleichen Umständen bei der Züchtung jede für sich ein bestimmtes Maximum der Grösse der Krystalle.« Es wird die Behauptung aufgestellt: »dass die attractorische Kraft der Krystalloberfläche auf die Moleküle der Lösung erschöpft ist, sobald der Krystall eine gewisse Grösse erreicht hat, also dass die Oberfläche dann inactiv wird. Es macht fast den Eindruck, als ob der Krystall allmählich eine gewisse Haut (sic!) erhält«. Es scheint dem Ref., dass diese Behauptung zunächst eingehender geprüft und durch bessere Beweise gestützt werden muss, als es von Seiten des Verfs. geschehen ist, bevor man dieselbe als bewiesen betrachten kann. Dass Zusätze fremder Substanzen auf die Entstehung grosser Krystalle manchmal günstig einwirken, erklärt der Verf. in der Weise, dass den Lösungen »eine Elasticität« dadurch ertheilt wird, dass leicht zersetzliche Verbindungen entstehen, auf welche dann die »Krystallisationskraft« zersetzend wirken soll.

Von einer Anzahl Beobachtungen an Alkalisalzen, über die der Verf. weiter berichtet, ist Folgendes hervorzuheben.

Chlornatrium krystallisirt aus rein wässeriger Lösung in Hexaëdern, welche durch zahlreiche kleine Einschlüsse meistens trübe erscheinen. Sind fremde Substanzen, namentlich starke Säuren oder Basen, schwere Metallsalze zugegen, so

---

*) Anm. d. Ref.: Siehe darüber übrigens Curie, Bull. soc. min. 1885, **8**, 145; Referat diese Zeitschr. **12**, 651.

Eine merkwürdige Vermuthung spricht der Verf. in seinen weiteren Auseinandersetzungen aus. Es heisst da: »Ich möchte noch darauf aufmerksam machen, dass ich es nicht für wahrscheinlich erachte, dass das $NaCl$ in anders zusammengesetzten Lösungen in anderen Formen als Würfel und Oktaëder erscheinen werde, wie z. B. in Rhombendodekaëdern oder Ikositetraëdern«. Es ist schwer einzusehen, warum dies so sein soll; zudem widerspricht dieser Ansicht eine Beobachtung von Knop (Ann. Chem. Pharm. 1863, **127**, 68), welcher das Chornatrium aus Harn in Hexakisoktaëdern {O} erhielt; der Pyramidenwürfel {120} wurde an natürlichen Steinsalzkrystallen mehrfach beobachtet (z. B. Berchtesgaden, Neustassfurt, Kalusz); warum sollte also diese Form, die sicher zu den möglichen gehört, nicht auch einmal vorwiegend oder ausschliesslich auftreten können?

werden die Würfel wasserklar; keinen Einfluss auf die Reinheit der Krystalle haben u. a. NH_3, Na_2SO_4 und $NaNO_3$. Aus Eisen- und Kupferchlorid-haltigen Lösungen scheinen grössere Krystalle zu entstehen, als man sie sonst beobachtet. Oktaëderbildung wird bewirkt durch Zusatz von Harnstoff, Chromchlorid und Kaliumchlorid. Aus warmem Alkohol krystallisiren manchmal Kubooktaëder.

Chlorkalium erhält man fast immer in trüben Würfeln; fremde Substanzen haben einen viel geringeren Einfluss auf die Reinheit der Krystalle, als dieses bei $NaCl$ der Fall ist. Oktaëder erhält man nur bei Zufügung von Chlorblei, in Combination mit Würfeln auch aus Harnstoff- oder Kaliumjodat-haltigen Lösungen.

Bromkalium und Jodkalium krystallisiren in Oktaëdern, wenn man die Lösung mit Brom- resp. Jodblei versetzt.

Chlorammonium bildet, wenn aus rein wässeriger Lösung krystallisirt, bekanntlich fast immer Wachsthumsformen, oder sehr verzerrte Ikositetraëder, in Combination mit einem Pentagon-Ikositetraëder*). Zusatz fremder Körper zur Lösung bedingt häufig die Bildung klarer Würfel; namentlich ist dies der Fall mit Harnstoff, Fe_2Cl_6, Cr_2Cl_6, $NiCl_2$, $CoCl_2$, $MnCl_2$, $FeCl_2$, $(NH_4)_2SO_4$, $(NH_4)_2MoO_4$; in schwächerem Maasse $CdCl_2$, $ZnCl_2$, $CuCl_2$, $HgCl_2$. Oktaëderbildung bewirkt merkwürdigerweise der Zusatz grösserer Mengen von Al_2Cl_6; eine Anzahl anderer Substanzen, die der Verf. versuchte, ist wirkungslos.

Bromammonium verhält sich ähnlich wie Chlorammonium, jedoch sind von diem Salze Würfel schwieriger zu erhalten; nur bei Zusatz von Harnstoff, Cr_2Cl_6 und $PbBr_2$ wurden solche beobachtet.

Jodammonium, aus rein wässerigen Lösungen Würfel bildend, giebt Oktaëder, wenn man Fe_2Cl_6, Cr_2Cl_6 oder PbJ_2 zufügt.

XIV. Ueber Mischungsanomalien (Zeitschr. f. physik. Chemie 1892, 9, 385).

Der Verf. hat die Versuche Lehmann's**) über die Eigenschaft des Chlorammoniums, mit den Chloriden mancher Schwermetalle Mischkrystalle zu bilden, wiederholt und bestätigt die Resultate desselben; hinzuzufügen ist, dass ausser den von Lehmann angeführten Chloriden der Salmiak noch mit $ZnCl_2$ und violettem Cr_2Cl_6, nicht aber mit $MgCl_2$ und Al_2Cl_6 Mischung zeigt. Bromammonium kann nur Bleibromid, Jodammonium überhaupt keine Schwermetallsalze aufnehmen; ebensowenig vermögen dies die Salze NH_4NO_3, $(NH_4)_2SO_4$, CH_3NH_3Cl, KCl, $NaCl$, $RbCl$, $CsCl$, $TlCl$. Das Chlorammonium steht also in Bezug auf die erwähnte Eigenschaft ziemlich vereinzelt da, nur beim Chlorlithium beobachtet man, wie auch schon Lehmann erkannte, ähnliche Erscheinungen.

XV. Zur Stellung des Tellurs im periodischen Systeme (Ebenda 399).

Dem Verf. erscheint die Möglichkeit der Zugehörigkeit des Tellurs zu den tetravalenten Metallen (Pt etc.) nicht geringer, als die bis jetzt angenommene Stellung desselben in der Gruppe des Schwefels und Selens.

XVI. Der Isomorphismus der Ferrate mit den Sulfaten, Seleniaten u. s. w. (Ebenda 1892, 10, 529).

Mischt man eine stark alkalische Kaliumferratlösung mit einer Lösung von K_2SO_4, K_2SeO_4, K_2CrO_4, K_2MoO_4 oder K_2WO_4, so erhält man beim Verdunsten

*) Der Verf. spricht von »merkwürdigen spitzen Trapezoëdern, Halbflächner des Leucitoëders 303«. Es dürfte unnöthig sein, auf die Unrichtigkeit dieser Bezeichnungsweise aufmerksam zu machen.

**) Diese Zeitschr. 1883, 8, 438.

entsprechend gefärbte Mischkrystalle, wodurch die Zugehörigkeit des K_2FeO_4 zu der isomorphen Reihe des K_2SO_4 etc. bewiesen ist. Mit Kaliumtellurat bildet das Kaliumferrat keine Mischkrystalle.

XVII. Der Isomorphismus der Tellurate mit den Osmiaten (Ebenda 533).

Die Kaliumsalze der Tellur- und Osmiumsäure bilden entsprechend gefärbte Mischkrystalle, die zwei Mol. Wasser enthalten. Das gewöhnlich entstehende Hydrat des Kaliumtellurats, das 5 Mol. Wasser enthält, nimmt kein Osmiat in isomorpher Mischung auf. Isomorphie besteht also zwischen $K_2TeO_4 . 2H_2O$ und $K_2OsO_4 . 2H_2O$.

Kaliumrutheniat bildet mit dem Tellurat, Osmiat, Sulfat, Seleniat etc. keine gefärbten Mischkrystalle, steht also in Bezug auf Krystallform vereinzelt da.

XVIII. Nachtrag zu Abschnitt X*) (Ebenda 541).

Der Verf. polemisirt gegen den Versuch von Wyrouboff**) auf Grund der Aehnlichkeit eines Winkels an den Krystallen von $(NH_4)_2CrO_4$ und $(NH_4)_2SO_4$ die Salze in eine krystallographische Gruppe einzureihen.

Ferner hat der Verf. durch Mischversuche nachgewiesen, dass Alkalisulfomolybdate und Sulfowolframate $\overset{I}{R}_2MoS_4$ und $\overset{I}{R}_2WS_4$ nicht isomorph sind mit den Sulfaten der entsprechenden Metalle.

XIX. Die Mischkrystalle von Salmiak und Eisenchlorid (Ebenda 550).

Roozeboom (s. das vorhergehende Refer.) vermuthet, dass in den bekannten eisenchloridhaltigen Salmiakwürfeln eine reguläre Modification des Hydrates $Fe_2Cl_6 + 7H_2O$ enthalten sei, während der Verf. eine unmittelbare Einlagerung des doppeltbrechenden Eisenchloridhydrates in dem isotropen Salmiak für wahrscheinlicher hält, weil dadurch die verhältnissmässig starke Doppelbrechung der »Eisensalmiakwürfel« ihre Erklärung finde.

Ref.: W. Muthmann.

16. L. Bucca (in Rom): **Krystallform einiger Fluoxypermolybdate** (Zeitschr. f. anorg. Chem. 1892, 1, 56).

Die Substanzen sind von A. Piccini dargestellt.

1. Fluoxypermolybdänsaures Kalium, MoO_3Fl_2, $2KFl$, H_2O.

Krystalle aus verdünntem Wasserstoffsuperoxyd.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,23941 : 1 : 1,199282; \quad \beta = 129^0 32'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {10$\bar{1}$}, {110}, {230}. Meist tafelförmig nach (001). Die Querflächen (100) und (10$\bar{1}$) sind häufig nach der b-Axe gestreift.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(110) =	*43° 42′ 30″	—
(100):(10$\bar{1}$) =	*38 27	—
(100):(001) =	*50 28	—
(100):(230) =	54 54	54° 41′ 11″

*) Ref. diese Zeitschr. 22, 597.
**) Bull. soc. min. 1890, 13, 77.

	Gemessen:	Berechnet:
(001):(110) =	62° 38′ 30″	62° 36′ 18″
(10$\bar{1}$):(230) =	62 58	62 36 18
(001):(230) =	68 29	68 24 43
(10$\bar{1}$):(110) =	55 26	55 31 13

Spaltbarkeit undeutlich nach (100).

Farbe gelb, durchsichtig. Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Durch (100) tritt eine der optischen Axen fast senkrecht aus, die spitze Bisectrix bildet mit der c-Axe einen Winkel von ca. 20° im stumpfen Winkel β.

Merkwürdig ist der Umstand, dass die Verbindung geometrisch-isomorph ist mit dem fluoxymolybdänsauren Kalium MoO_2Fl_2, $2KFl$, H_2O, das allerdings asymmetrisch krystallisirt.

2. Fluoxypermolybdänsaures Rubidium, MoO_3Fl_2, $2RbFl$, H_2O.

Krystallsystem: Monosymmetrisch, isomorph mit dem oben beschriebenen Kaliumsalz.

$$a : b : c = 1,27415 : 1 : 2,06190; \quad \beta = 130° 20' 13''.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {10$\bar{1}$}, {110}, {230}. Ganz feine Blättchen nach (100).

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(110) =	*44° 9′ 49″	—
(100):(10$\bar{1}$) =	*38 8	—
(100):(001) =	49 59	49° 39′ 47″
(100):(230) =	*55 32	—
(001):(230) =	68 43	68 30 49

Farbe gelb. Durch (100) tritt, wie beim Kaliumsalz, eine optische Axe fast senkrecht aus.

Ref.: W. Muthmann.

17. **A. Erlenbach** (in Strassburg): **Krystallform des Oxäthymethylindols** $C_{11}H_{13}NO$ (Lieb. Ann. d. Chemie 1892, 269, 26).

Gute Krystalle können erhalten werden aus Aether, Alkohol, Benzol oder Chloroform; aus heissem Wasser scheidet sich der Körper in langen Nadeln ab. Schmelzpunkt 143°,5.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,5635 : 1 : 0,7445.$$

Beobachtete Formen: {110}, {011}, {340}; letztere Fläche, wenn sie auftritt, gerundet. Prismatisch nach der a-Axe oder seltener nach der Verticalaxe.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*58° 48′	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	*73 21	—
(110):(011) =	72 48	72° 56′
(340):(3$\bar{4}$0) =	73 24	73 56

Sehr vollkommen spaltbar nach (011), weniger vollkommen nach (110).

Farblos, durchsichtig. Ebene der optischen Axen ist (100). Durch die (011)-Flächen sieht man je eine Axe austreten.

Ref.: W. Muthmann.

18. Hauthal (in Strassburg): **Krystallform des Phenylisobrombutyrolactons,** $C_{10}H_9Br_2O_2$. Dargestellt von R. Fittig (Lieb. Ann. d. Chemie 1892, **268**, 80). Krystalle aus Schwefelkohlenstoff. Schmelzpunkt 76°.

Krystallsystem: **Monosymmetrisch.**

$$a : b : c = 1,5587 : 1 : 1,8056 ; \beta = 98^0 48'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {101} vorherrschend, ausserdem {$\bar{1}$01}, {100} und {110}. Nach der Symmetrieaxe gestreckt. Die Flächen sind meist gerundet.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001) =	*51° 12′	—
(100):(110) =	*57 0	—
(101):(001) =	*44 12	—
(001):($\bar{1}$01) =	53 16	54° 18′
($\bar{1}$10):($\bar{1}$01) =	67 4	67 8
(110):(001) =	85 50	85 14

Farblos, durchsichtig. Die optische Axenebene ist die Symmetrieebene; durch {001} treten die Axen aus, deren Winkel in Luft für Na-Licht zu 57° 12′ bestimmt wurde. Die Axenebene geht durch den stumpfen Winkel β und bildet mit der c-Axe einen Winkel von 8° 48′.

Sehr vollkommen spaltbar nach (100).

In der citirten Abhandlung von Fittig sind noch einige Messungen von Linck publicirt, welche von Diesem bereits in dieser Zeitschrift im Jahre 1887 mitgetheilt worden sind. Da die von Linck angewendeten Bezeichnungen abweichen von denjenigen, die Fittig gebraucht, so mögen die letzteren hier zugefügt werden. Diese Zeitschr. **12**, 447, Z. 3 von oben

statt Gebromtes Lacton lies: Phenylbrombutyrolacton;

12, 448, Z. 1 von oben

statt Phenyloxybutyrolacton lies: Phenylisooxybutyrolacton.

Ref.: W. Muthmann.

19. O. Lüdecke (in Halle): **Krystallform des Hydrochelidonsäurediimids,** $C_7H_{10}N_2O_2$. Dargestellt von J. Volhard (Lieb. Ann. d. Chem. 1892, **267**, 60). Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,8146 : 1 : 0,9358.$$

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {001}, {101}, {011}, {111}, {021}. Prismatisch nach der c-Axe; als Endflächen wurde an manchen Krystallen nur Basis und Makrodoma beobachtet.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*78° 20′	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	*86 12	—
(010):(021) =	28 1 — 28° 2′,5	28° 7′
(011):(021) =	18 39,5 — 18 50,5	18 47
(101):(10$\bar{1}$) =	81 50	82 4,8
(101):(001) =	49 4,5	48 55,6

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(1$\bar{1}$1)	= 63° 10,'5	63° 8,'2
(111):(101)	= 31 35	31 29,1
(110):(101)	= 54 10,5—54° 16,'5	54 12,7

Ref.: W. Muthmann.

20. W. Ramsay (in Helsingfors): **Krystallform der Diacetyldioxyhexahydrobenzoësäure,** $C_6H_9(O.COCH_3)_2CO_2H$ + H_2O. Dargestellt von O. Aschau (Lieb. Ann. d. Chem. 1892, **271**, 283). Schmelzpunkt 72°—73°. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 3,4176 : 1 : 1,1541 ; \quad \beta = 86° 51'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {011}. Kurzprismatisch nach der c-Axe ausgebildet.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):($\bar{1}$10)	= *32° 41'	—
(011):(0$\bar{1}$1)	= *98 7	—
(110):(011)	= *42 40½	—
(1$\bar{1}$0):(011)	= 45 12	44° 35'
(100):(011)	= 85 30 appr.	87 56

Vollkommene Spaltbarkeit nach (100). Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene; schwache Doppelbrechung. Die Auslöschungsrichtung auf (110) bildet einen Winkel von ca. 14° mit der Verticalaxe.

Ref.: W. Muthmann.

21. K. v. Haushofer († in München): **Krystallographische Untersuchung einiger organischer Substanzen.**

1. o-Methylhydrozimmtsäure, $C_6H_4.CH_3.CH_2.CH_2.CO_2H$.

(Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1892, **25**, 2104). Dargestellt von Young. Krystalle aus verdünntem Alkohol. Schmelzpunkt 102°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {011}. Langgestreckte Prismen.

(011):(0$\bar{1}$1)	= 24° 54'
(110):(1$\bar{1}$0)	= 36 35
(110):(011)	= 66 56

2. Lacton der Digitalonsäure, $C_7H_{14}O_6$.

(Ebenda 2117). Dargestellt von H. Kiliani. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,9243 : 1 : 0,3662.$$

Beobachtete Formen: {110}, {210}, {011} sehr schmal, auch {010} kurzprismatisch.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*85° 30′	—
$(011):(0\bar{1}1)$ =	*40 14	—
$(210):(2\bar{1}0)$ =	51 41	49° 36′
$(110):(011)$ =	76 28	76 30

3. α-Glucoheptose, $CH_2OH.\overset{H}{\underset{OH}{C}}.\overset{H}{\underset{OH}{C}}.\overset{OH}{\underset{H}{C}}.\overset{H}{\underset{OH}{C}}.\overset{H}{\underset{OH}{C}}.COH$.

Dargestellt von E. Fischer (Lieb. Ann. d. Chemie 1892, 270, 74). Krystalle aus warmer Wasserlösung. Schmelzpunkt 180°—190° unter Zersetzung.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,8040 : 1 : 0,7821.$$

Beobachtete Formen: {001}, {111}. Tafeln nach {001}.

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(\bar{1}11)$ =	*94° 39′	—
$(111):(11\bar{1})$ =	*38 44	—
$(111):(1\bar{1}1)$ =	72 44	72° 28′

Die Lösung dreht die Polarisationsebene nach links, $[\alpha]_D^{20°} = -19{,}7°$.

Ref.: W. Muthmann.

22. L. Milch (in Breslau): **Krystallform einiger organischer Substanzen.**

1. Pseudotropinchlorhydrat-Platindoppelsalz, $(C_8H_{15}NOHCl)_2PtCl_4$.

Dargestellt von A. Ladenburg (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1892, 25, 2391). Schmelz- und Zersetzungspunkt 205°—206°.

Krystallsystem: Rhombisch.

Beobachtete Formen: {001}, {110}, {111}, {225}. Kurzprismatisch, bisweilen tafelförmig nach einer Fläche des Prismas (110).

	Gemessen:	Berechnet:
$(001):(110)$ =	89° 51′	90° 0′
$(110):(111)$ =	*22 24	—
$(1\bar{1}0):(111)$ =	18 0	18 2
$(111):(1\bar{1}1)$ =	*64 26	—
$(111):(\bar{1}11)$ =	82 12	81 54
$(110):(1\bar{1}0)$ =	70 32	70 26
$(110):(225)$ =	44 30½	44 8½

2. Salicylid-Chloroform, $[C_6H_4\overset{1}{C}O.\overset{2}{O}]_4.2CHCl_3$.

Dargestellt von R. Anschütz (ebenda 3507).

Krystallsystem: Tetragonal.

$$a : c = 1 : 1,4530.$$

Beobachtete Formen: {111} vorherrschend, {001}.

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(1\bar{1}1)$ =	79° 2′	78° 58′
$(111):(11\bar{1})$ =	51 53	51 54
$(111):(001)$ =	*64 3	—

Farblos, durchsichtig. Doppelbrechung stark, negativ.

Ref.: W. Muthmann.

23. W. Müller (in Berlin): **Krystallform der β-Dibromzimmtsäure,** $C_9H_6Cl_2O_2$. Dargestellt von C. Nissen (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1892, 25, 2665).

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,9573 : 1 : 0,5244.$

Beobachtete Formen: {011} vorherrschend, {100}, {110} und {010}, etwas nach der *b*-Axe gestreckt.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(110)$ =	43° 45′	—
$(011):(0\bar{1}1)$ =	55 20	—

Ref.: W. Muthmann.

24. A. Osann (in Heidelberg): **Krystallographische Untersuchung einiger Ester der Camphersäure** (Ebenda 1892 u. 1898). Dargestellt von J. W. Brühl.

1. Camphersäurealloäthylester, $C_{10}H_{15}(C_2H_5)O_4$.

Krystalle aus Ligroin. Schmelzpunkt 57°.

Krystallsystem: Rhombisch, hemimorph.

$a : b : c = 1,6184 : 1 : 3,1877.$

Beobachtete Formen: {001}, {011}, {021}, {101}, {302}, {301}. Stets tafelförmig nach der Basis; tetragonaler Habitus. Hemimorph nach der *c*-Axe: am einen Pole derselben treten alle angeführten Formen, am anderen nur (301) und (021) auf.

	Gemessen:	Berechnet:
$(011):(001)$ =	*72° 35′	—
$(101):(001)$ =	*63 5	—
$(021):(001)$ =	81 5	81° 5′
$(302):(001)$ =	71 19	71 18
$(301):(001)$ =	80 18	80 24

Farblos, wasserklar. Die optische Axenebene ist (100). Durch (001) tritt die spitze, negative Bisectrix aus.

Vollkommene Spaltbarkeit nach (001).

2. Camphersäure-*o*-methylester, $C_{10}H_5(CH_3)O_4$.

Krystalle aus heissem Wasser. Schmelzpunkt 77°—78°.

Krystallsystem: Rhombisch, sphenoidisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,6316 : 1 : 1,2870.$

Beobachtete Formen: {001}, {110}, ϰ{111}, ϰ{1$\bar{1}$1}. Tafeln nach {001}.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*65° 33′	—
(110):(111) =	*22 32	—
(111):(1$\bar{1}$1) =	59 6	59° 8′

Farblos, durchsichtig. Die optische Axenebene ist (010), die erste Mittellinie (negativ) die c-Axe.

Spaltbarkeit nach (001). Ref.: W. Muthmann.

25. E. W. Hilgard (in S. Francisco): **Die Bildungsweise der Alkalicarbonate in der Natur** (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1892, **25**, 3624).

Die Entstehung der in den ariden Regionen, wie in Arabien, Aegypten, am Nordrande der Sahara, in der Aralo-Caspischen Niederung, der Wüste Gobi, in Nevada und Utah in Nordamerika aus dem Boden auswitternden und denselben oft auf weite Strecken culturunfähig machenden Alkalicarbonate erklärt der Verf. durch die Einwirkung des Calciumcarbonates auf Alkalichloride und Sulfate in kohlensäurehaltiger Lösung. Specielle Versuche ergaben, dass eine 1 °/₀₀ K_2SO_4- und eine 0,8 °/₀₀ Na_2SO_4-Lösung beim Digeriren mit $CaCO_3$ völlig zu $KHCO_3$ resp. $NaHCO_3$ und Gyps umgesetzt wird; Gegenwart freier Kohlensäure ist zum Zustandekommen der Umsetzung nothwendig. Ist der Gehalt an Alkalisalz in der Lösung grösser, so ist die Umsetzung nicht vollständig, was die sehr wechselnde Zusammensetzung der auf diese Weise entstandenen natürlichen Alkalisalze erklärt. Der Verf. hat zwei Proben aus dem San Joaquinthal (Californien) analysirt:

	I.	II.
K_2SO_4	3,25	12,53
Na_2SO_4	20,91	—
$NaCl$	12,21	2,48
Na_2HPO_4	1,87	5,19
$NaNO_3$	16,40	—
Na_2CO_3	27,02	40,40
$(NH_4)_2CO_3$	1,27	—
$MgSO_4$	—	1,01
Organ. Subst. u. Wasser	17,07	38,99

Das Natriumcarbonat löst die Humussubstanz auf; auf diese Weise entsteht das sogenannte »schwarze Alkali« in Amerika und das »Kara« in Arabien.

Auch das Magnesiumcarbonat setzt sich mit Alkalisalzen wie der kohlensaure Kalk um. Die beschriebene Reaction ist bedeutsam in Bezug auf Gesteinsbildung und Zersetzung, wie auf Gangbildung, da Alkalicarbonatlösungen die Kieselsäure bekanntlich sehr leicht lösen. Die Bildung von Achatgeoden und Zeolithen führt der Verf. gleichfalls auf die Wirkung des freien Alkalicarbonates zurück.

Ref.: W. Muthmann.

26. J. M. van Bemmelen und **E. A. Klobbie** (in Leyden): **Ueber das amorphe, wasserhaltige Eisenoxyd, das krystallinische Eisenoxydhydrat, das Kaliumferrit und das Natriumferrit** (Journ. f. prakt. Chem. 1892, **154**, 497).

Schon früher ist von van Bemmelen nachgewiesen worden, dass die colloidalen (amorphen) Oxydhydrate des Siliciums, Aluminiums, Zinns und Chroms keine constante Zusammensetzung haben, dass der Wassergehalt vielmehr abhängt 1) von der Modification, 2) von der Tension des Wasserdampfes in dem Raume

und 3) von der Temperatur. Anders ist es mit den krystallisirten Hydroxyden des Berylliums und Aluminiums, welche natürlich eine Zusammensetzung haben, die einer chemischen Formel entspricht. Die Verff. haben eine eingehende Untersuchung über die Oxydhydrate des Eisens angestellt, deren Resultate für den Mineralogen von Interesse sein dürften.

Le Roy*), Limberger**) und Wittstein***) behaupteten, durch Ausfrieren des eingeschlossenen Wassers bei -8^0 amorphes Eisenoxydhydrat in krystallinisches umgewandelt zu haben; die Verff. konnten auf diese Weise ein krystallisirtes Product nicht erhalten. Ebensowenig bestätigten sich die Angaben von Pawel†) und Roussin††), die durch Zersetzung von Nitroprussidnatrium, resp. von Alkalinitrosoferrosulfüren mit Kalilauge krystallinische Hydroxyde erhalten haben wollen. Es bilden sich so Häutchen, die flimmern und scheinbar krystallinisch sind, unter dem Mikroskope auch wohl polygone Umrisse mit scharfen Ecken zeigen, doch beweisen die Analysen der Verff., dass krystallisirte Producte nicht vorliegen.

Die Verff. untersuchten sodann die Zersetzungsproducte von Kalium- und Natriumferrit.

$K_2Fe_2O_4$ ist dimorph. Durch Erhitzen von Eisenoxyd, wasserhaltig oder wasserfrei, mit starker Kalilauge entstehen zunächst schwach doppeltbrechende Täfelchen, die wahrscheinlich dem rhombischen Systeme angehören, quadratischen Umriss zeigen und manchmal parallel den Diagonalen, manchmal parallel den Kanten auslöschen. Bei höherer Temperatur verwandeln sich diese Täfelchen in eine reguläre Modification, welche direct erhalten wird durch Zusammenschmelzen von Fe_2O_3 mit K_2CO_3 und KCl im Platintiegel im Hempel'schen Ofen, und in Oktaëdern krystallisirt. Die Verff. halten diese reguläre Modification für isomorph mit $MgFe_2O_4$.

Wird das Kaliumferrit mit Wasser behandelt, so zersetzt es sich rasch und liefert Pseudomorphosen von amorphem Eisenoxydhydrat nach den beschriebenen Krystallen.

$Na_2Fe_2O_4$, Natriumferrit. Auch diese Verbindung ist polymorph. Erhitzt man Fe_2O_3 mit einer Natronlösung (4—5 Th. H_2O auf 1 Th. $NaOH$), so wird das Eisenoxyd zunächst gelb (goldgelb im auffallenden, grüngelb im durchfallenden Lichte) und es entstehen sodann tetragonale, grünlich gefärbte, optisch positive Säulen, die meist zu zwei gekreuzt sind. Vertreibt man alles Wasser aus der Natronlauge und erhitzt bis zur dunklen Rothgluth, so verwandeln sich diese tetragonalen Säulen in hexagonale Täfelchen nach der Basis mit Prisma oder Pyramide als Randbegrenzung. Dieselben sehen, je nach der Dicke, im durchfallenden Lichte grüngelb, gelb bis roth aus und sind optisch negativ. Daneben wurden kleinere Krystalle von rhomboëdrischer Gestalt beobachtet, die Pleochroismus zeigen und nach S. v. d. Kolk wahrscheinlich ebenfalls dem hexagonalen Systeme angehören. Diese hexagonalen Tafeln und rhomboëdrischen Krystalle erscheinen sofort, wenn man Fe_2O_3 mit festem $NaOH$ erhitzt; die letzteren scheinen zu ihrer Bildung höhere Temperatur zu brauchen als erstere. Erhitzt man endlich Fe_2O_3 mit einem Gemisch von Na_2CO_3 und $NaCl$, so entstehen zunächst gerade auslöschende feine Nadeln (nach v. d. Kolk rhombisch oder hexagonal); bei stär-

*) Journ. f. Pharm. 1853, **25**, 359.
) Vierteljahrsschr. f. pr. Pharm. 1853, **1, 275; **2**, 372.
***) Ebenda 373.
†) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1882, 2600.
††) Ann. d. Chim. 1858, **3**, 52, 385.

kerem Erhitzen im Hempelofen »kleine grünliche, kugelförmige Krystalle, pleochroitisch und stark doppeltbrechend«, die bei heftigem Glühen theilweise in magnetisches Fe_2O_3 verwandelt werden, besonders bei ungenügendem Luftzutritt. Es scheint also nach diesen Versuchen, als ob die Verbindung $Na_2Fe_2O_4$ in fünf verschiedenen Modificationen krystallisire.

Wichtig ist nun das Verhalten des Natriumferrits gegen Wasser. Werden die oben erwähnten hexagonalen Tafeln mit Wasser von 15° behandelt, so behalten die Krystalle ihre Form, ihre Durchsichtigkeit und die optischen Eigenschaften bei; die Analyse zeigte jedoch, dass ein Austausch von Na_2O gegen H_2O stattgefunden hatte und dass ein dem $Na_2Fe_2O_4$ isomorphes Hydrat $H_2Fe_2O_4$ sich gebildet hatte. Dass hier eine wirkliche chemische Verbindung vorliegt, wurde dadurch bewiesen, dass der Wassergehalt von der Dampftension nicht abhängig war, auch im Vacuum behielten die Krystalle bei 15° die Zusammensetzung $H_2Fe_2O_4$. Beim Erhitzen tritt etwas unter 100° Zersetzung unter Wasserverlust ein; das Hydrat ist also nicht identisch mit dem gleich zusammengesetzten, natürlich vorkommenden Göthit, der nach den Versuchen des Verfs. bis nahe an 300° beständig ist und den Rest des Wassers erst beim Glühen abgiebt.

In der Literatur finden sich mehrere Angaben über die künstliche Darstellung von Göthit; so hat Rousseau*) behauptet, bei Temperaturen von 800°—1000° Eisenoxydhydrat $Fe_2O_3H_2O$ in krystallisirter Form aus wasserhaltigem Fe_2O_3 und Aetzalkalien oder Alkalicarbonat erhalten zu haben, und Brunck und Gräbe**) wollen das Entstehen ähnlicher Producte in Aetznatronbädern, eisernen Kesseln, in denen Natron bei ca. 400° geschmolzen wird, sowie im sogenannten Sodaschlamm beobachtet haben.

In all diesen Fällen ist, wie aus den Versuchen der Verff. hervorgeht, zunächst Alkaliferrit entstanden, das sich beim Auswaschen mit Wasser in Hydrat — entweder die krystallisirte hexagonale Form oder ein Colloid von unbestimmter Zusammensetzung — verwandelt hat. An die directe Bildung eines Ferrihydroxydes bei so hohen Temperaturen, wie oben angegeben, ist nicht zu denken.

Die Farbe des Stassfurter sogenannten »rothen Carnallits« wird hervorgebracht durch mikroskopische Einschlüsse von Kryställchen, die in Bezug auf Farbe, Formen u. s. w. völlig übereinstimmen mit den hexagonalen Täfelchen des Natriumferrits, resp. des daraus entstandenen Hydrates und die deshalb wohl mit letzterem übereinstimmen dürften. Zu einer Analyse fehlte es den Verff. an genügend reinem Material. Ref.: W. Muthmann.

27. G. A. Binder (in Graz): **Versuche über die Löslichkeit einiger Mineralien** (Tscherm. min.-petr. Mitth. 1891, **12**, 332).

Eine Anzahl Mineralien wurden mit destillirtem Wasser im zugeschmolzenen Rohre bei 90° längere Zeit erhitzt und die Lösungen quantitativ analysirt. Es zeigte sich dabei, dass Markasit, Buntkupfererz und Fluorit in wägbaren Mengen in Lösung gingen, während für einige andere Mineralien — Kupferglanz, Manganit, Zinnober, Cuprit, Kryolith, Pleonast — eine Löslichkeit oder Zersetzbarkeit nur wahrscheinlich gemacht werden konnte.

Bei Anwendung kohlensäurehaltigen Wassers und einer Temperatur von 160° bei sonst gleichen Bedingungen wurde Zersetzung noch an Epidot, Pyromorphit, Andalusit und Anorthit nachgewiesen. Ref.: E. Weinschenk.

---

*) Compt. rend. 1888, **106**, 1530; **107**, 240; 1890, **110**, 1032; 1891, **113**, 643.
) Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1880, **13, 725.

28. A. Pelikan (in Wien): **Schwefel von Allchar in Macedonien** (Tscherm. min.-petr. Mitth. 1891, 12, 344).

An Krystallen von Schwefel auf Antimonit aus Macedonien (wahrscheinlich Allchar bei Rozsdan)*) wurden ausser den von Foullon nachgewiesenen Formen noch beobachtet {221}, {117}, {311} und {313}, ausserdem fand sich als Abstumpfung zwischen (111) und (133) eine schmale Fläche, deren Winkel gegen (111) mit 19° gemessen wurde. Er ergiebt sich daraus für dieselbe das Zeichen {122}.

Ref.: E. Weinschenk.

29. Fr. Katzer (in Prag): **Beiträge zur Mineralogie Böhmens** (Ebenda 416).

In einem Quarzgange bei Petrowitz an der Strasse von Schönberg nach Mühlhausen finden sich meist trübe Krystalle von Quarz der gewöhnlichsten Combination auf Drusen aufgewachsen, sowie namentlich in den tieferen Partien Arsenkies in Nestern und Adern, welch letzterer meist körnig ist, seltener in Krystallen auftritt.

Auf alten Halden bei Heraletz, östlich von Humpoletz, finden sich häufig Zinkblende und Eisenspath in körnigen Aggregaten auf einer manchmal auskrystallisirten Gangmasse von Quarz, daneben Bleiglanz, Kupferkies, Arsenkies (mit Spuren von Silber), sowie endlich Schwefelkies.

Am Gehänge des Orlikberges gegen die Stadt Humpoletz zu beobachtet man in einem dem Granitgneiss eingeschalteten Kalksteinlager radialstenglige bis faserige Aggregate von Wollastonit.

Bei Čejov nordöstlich von Humpoletz kommt im Pegmatit ziemlich häufig Andalusit vor in zum Theil rosenrothen Prismen, welche mit Glimmer innig verbunden sind.

Von dem früher beschriebenen Turmalin von Kuhrau**) an der mährischen Grenze wurde eine Analyse von Herrn K. Krach ausgeführt, sie ergab:

SiO_2	36,28	CaO	0,92	
Al_2O_3	31,59	MgO	2,60	
B_2O_3	8,76	Na_2O	1,28	
FeO	7,25	K_2O	0,41	
Fe_2O_3	6,79	F	0,59	
MnO	1,41	H_2O	2,51	Summe 100,39

In der Umgebung von Humpoletz (namentlich nordöstlich und östlich) finden sich quarzarme Gneissgranite mit bis nussgrossen, blauen Körnern von Cordierit.

In erdigen Nestern im Grauwackenschiefer bei Alt-Straschnitz östlich von Prag treten Gypskrystalle der Combination {110}, {010}, {11$\bar{1}$}, {111}, {$\bar{1}$03}, meist Zwillinge nach (100) auf.

Ein zweites Gypsvorkommen wurde in verwitterten Mergeln, welche dem Senon angehören, aus der Gegend von Liboschowitz beobachtet; die hier vorkommenden Krystalle zeigen meist nur {110}, {010} und {111}, sie sind meist einfach, selten Zwillinge. Die Analyse ergab: CaO 32,29, SO_3 45,91, SiO_2 0,41, $Al_2O_3 + F_2O_3$ 0,19, H_2O 20,52; Summe 99,32.

Ref.: E. Weinschenk.

---

*) Vergl. H. v. Foullon, Ueber Antimonit und Schwefel aus Macedonien. Ref. diese Zeitschr. 22, 84.

**) Vergl. Fr. Katzer, Mineralien von neuen Fundorten in Böhmen. Ref. diese Zeitschr. 18, 533.

30. O. Leneček (in Wien): **Ueber Predazzit und Pencatit** (Tscherm. min.-petr. Mitth. 1891, 12, 429 und 447).

Predazzit und Pencatit enthalten neben Calcit Nester und Schnüre von Hydromagnesit; erstere sind Pseudomorphosen nach Periklas, letztere Infiltrationsproducte, ausserdem findet sich auch frischer Periklas in denselben, sowie Pseudomorphosen von Serpentin nach Periklas. Der Pencatit verdankt seine dunkle Farbe einem Gehalte an Magnetkies.

Ref.: E. Weinschenk.

31. E. Hussak (in São Paolo): **Mineralogische Notizen aus Brasilien (Brookit, Cassiterit, Xenotim, Monazit und Euklas).** (Ebenda 457).

1. Brookit. Aus den Sicherrückständen des diamantführenden Sandes von Dattas bei Diamantina, Minas Geraës, wurden drei Brookitkrystalle isolirt. Der eine derselben ist tafelförmig nach (100) und nach der Makroaxe gestreckt, dunkelbraun durchsichtig, er zeigt die Combination {100}, {110}, {104}, {001}, {112}, {122}. Die zweite ist gleichfalls tafelig nach {100} und mehr nach der Verticalaxe gestreckt, von hellgrüner Farbe mit braunen Streifen || c, er liess die Formen {100}, {110}, {210} und {021} beobachten; der dritte endlich ist schwarz und hat Arkansithabitus, herrschend ist {110}, daneben {100}, {122} und {305}, die letztere Form, welche für Brookit neu ist, aus dem Winkel (305):($\bar{3}$05) = 68° 5' (berechnet 68° 54').

In einer weiteren Probe von Diamantsand von Diamantina fanden sich zahlreiche braundurchsichtige Brookitbruchstücke und ein schöner Krystall der Combination {100}, {001}, {104}, {112}, {124}*, {146}*, sowie {122}; die mit * bezeichneten neuen Formen ergeben sich aus den Messungen: (124):($\bar{1}$24) = 28° 25' (berechnet aus Kokscharow's Axenverhältniss 28° 28') und (146):($\bar{1}$46) = 17° 26' (berechnet 17° 8').

Durch Sicherung von zersetzten Muscovit- und Brookitgranitgneissen von Sorocaba, São Paolo, wurden mikroskopische Krystalle von Rutil, Anatas, Pseudobrookit und Brookit isolirt; die letzteren in normaler Ausbildung, grünlichbraun durchsichtig, häufig mit zonarem Wechsel heller und dunkler brauner Schichten, der Pleochroismus ist sehr schwach.

2. Cassiterit. Durch Sichern eines zersetzten rubellitführenden Lepidolithgranits von Manquinho bei Perús unweit São Paolo und Behandeln des Rückstandes mit Klein'scher Lösung wurde ein fast reiner Sand pyramidaler Cassiteritkryställchen von dunkelbrauner bis schwarzer Farbe erhalten. Auch in einem Turmalingranit aus dem Staate Ceará sind kurzprismatische, dunkelbraune Krystalle von Cassiterit häufig. Ferner finden sich auf secundärer Lagerstätte zum Theil recht grosse Cassiteritkrystalle, so in den Flusssanden von Paraöpeba und des Rio das Velhas, Minas Geraës, endlich auch in den Diamantsanden von Dattas bei Diamantina. Die hell- bis dunkelbraunen Krystalle sind 4—5 mm gross und zeigen die Combinationen: {110}, {111} oder {111}, {101}; häufig sind knieförmige Zwillinge und nicht selten vollkommen geschlossene Fünflinge und Sechslinge.

3. Xenotim. Derselbe ist in den brasilianischen Diamantsanden sehr verbreitet; in solchen aus der Umgebung von Dattas fanden sich neben zahlreichen, meist kleineren einige vorzügliche Krystalle der Combinationen {110}, {111}; {110}, {111}, {331}, oder {110}, {111}, {001}. Aus dem Diamantsande von Riacho das Varos bei Diamantina wurde ein pyramidal entwickelter, schöner Xenotimkrystall isolirt, welcher neben sehr schmalem {110} vorherrschend {111} und {331}, daneben die neuen Formen {447} und {115} aufwies, letztere aus

den Messungen (111):(447) = 14° 47′ und (447):(115) = 16°.43′. Aus dem Winkel (111):(11$\bar{1}$) ergiebt sich das Axenverhältniss $a : c$ = 1 : 0,62103, aus welchem sich die beiden Winkel zu 14° 39′ und 16° 41′ berechnen; der Krystall ist an beiden Enden ausgebildet, zeigt jedoch die beiden neuen Formen nur auf einer Seite. In weiteren Sicherungsrückständen von Diamantina fanden sich zahlreiche kleine, weingelbe, prachtvoll ausgebildete Xenotimkrystalle der Combination {110}, {111}, {331} und {311}. Aus den besonders gute Resultate gebenden Winkeln (110):(331) = 20° 45′ 51″ und (331):(111) = 28° 5′ 39″ berechnet sich das Axenverhältniss $a : c$ = 1 : 0,61775. In weiteren Diamantsanden der Umgebung von Diamantina, so von Jequetinhonha und Jequetaby, findet er sich zum Theil häufig in grösseren prismatischen Krystallen, in solchen des Staates Bahia in kleinen Pyramiden von trübweisser bis braungelber Farbe; ebenso in den Sanden des Rio Tibagy und bei Sapulcahy im Norden des Staates São Paolo. Auch durch Sichern halbzersetzter Gneisse und Granite aus Bahia und Minas Geraës wurden mikroskopische Xenotimkrystalle gewonnen; sie sind hellgelb bis farblos und häufig durch Zersetzung getrübt. Aus einem Granit von Pacaëmbú bei São Paolo gesicherte Xenotimkrystalle zeigen die Basis ziemlich gross, daneben {111} und selten {110} und {100}. Regelmässig angeordnete Einschlüsse von Zirkon theils ‖ c, theils ‖ einer Polkante von {111} fanden sich vor.

4. Monazit. Dieses Mineral bildet einen constanten accessorischen Gemengtheil brasilianischer Granite und Gneisse, meist dunkel- bis hellgelb, selten in bis 4 mm grossen Krystallen, besonders schön und frisch in den Sanden von Dattas und Rio Jequetinhonha bei Diamantina. Beobachtet wurde die Combination {100}, {210}, {010}, {111}, {021}, {011}, zu welchen hin und wieder {311} und {101} treten. Die gemessenen Winkel stimmen befriedigend mit den von Kokscharow gegebenen überein. Von anderen Vorkommnissen wurden grössere Krystalle durch Sichern gewonnen: aus Granit von Caceiras, São Paolo, aus Goldsanden von Mattogrosso, aus Granit von Conservatoria, Rio de Janeiro, welche die Formen {100}, {110}, {10$\bar{1}$}, {101}, {011} aufweisen. Zwillingsbildungen fehlen stets; Spaltbarkeit nach (001) und (100) ziemlich vollkommen, hin und wieder findet sich eine Trübung der Krystalle durch Zersetzung.

5. Euklas. Aus einem Diamantsande des Gebietes von Sincorá-Lençoës, Bahia, wurde ein prachtvoller durchsichtiger Euklaskrystall, sowie eine Menge Bruchstücke des Minerals isolirt. Der Krystall zeigt die Combination: {010}, {071}, {061}, {051}, {041}, {031}, {021}, {150}, {140}, {130}, {161}, {151}, {121}, {111}. Spaltbarkeit nach {010} vollkommen. Die Auslöschungsrichtung auf (010) im stumpfen Winkel β bildet mit c einen Winkel von 60°.

Ref.: E. Weinschenk.

82. A. Pelikan (in Wien): **Pseudomorphose von Thenardit nach Glaubersalz** (Tscherm. min.-petr. Mitth. 1891, **12**, 476).

Mirabilitkrystalle von Aussee, auf einer Unterlage von Steinsalz sitzend, mehrere Jahre in luftdicht verschlossenen Glasgefässen eingeschlossen, waren in Thenardit umgewandelt. Das neu gebildete Mineral bildete eine die äussere Form erhaltende Kruste, von welcher aus gegen das Innere des früheren Mirabilitkrystalles wohlausgebildete Krystalle von Thenardit hineinragten. Die Krystalle gestatteten sehr vollkommene Messungen. Es ergab sich als Mittel der Messung an zehn Krystallen (Mügge-Hausmann'sche Stellung):

$$(111):(1\bar{1}1) = 56^0\,37'\,1{,}4'', \quad (111):(11\bar{1}) = 44^0\,27'\,46{,}5'',$$
$$(111):(\bar{1}11) = 105^0\,14'\,30{,}7''.$$

Daraus das Axenverhältniss $a : b : c = 0,5970 : 1 : 1,2541$.

Das Mineral spaltet sehr vollkommen nach (001), ziemlich vollkommen nach (110) und deutlich nach (010). Die beobachtete Combination ist: {111}, {101}, {131}, {113} und {130}, wovon die beiden letzten Formen neu sind. Die erstere ergiebt sich aus dem gemessenen Winkel (111):(113) = 28° 36′ 6″, berechnet 28° 34′ 17″, die letztere aus dem Zonenverbande als gerade Abstumpfung der Basiskante von {131}.

Ref.: E. Weinschenk.

33. Derselbe: Das Tetrakishexaëder {102} am Steinsalz von Starunia (Ebenda 483).

An grossen Steinsalzkrystallen von Starunia im Bezirke Bohorodczany in Galizien tritt {102} als Krystallform auf. Die Spaltstücke derselben sind ferner noch interessant durch die Anordnung der zonaren Einschlüsse von Kohlenwasserstoffen, welche theils birnförmige Gestalt besitzen, theils negative Krystalle sind. Man erkennt an denselben, dass zuerst nur {100} entwickelt war, erst später trat {102} hinzu, um in einzelnen Fällen in einem weiteren Stadium wieder zu verschwinden. Beim vorsichtigen Oeffnen eines derartigen Einschlusses entquillt ein dünnflüssiges brenzlich-aromatisch riechendes Liquidum unter lebhaftem Brausen und bildet auf der Oberfläche ein Tröpfchen, welches grösser ist als das Volum des Einschlusses; beim Stehen an der Luft bleibt von demselben ein dickflüssiger, bräunlicher Bergtheer. Man darf daraus schliessen, dass die Krystallisation des Steinsalzes unter Druck erfolgte.

Ref.: E. Weinschenk.

34. H. Höfer (in Leoben): **Mineralogische Beobachtungen. III. Reihe** (Ebenda 487).

Corrosionserscheinungen an Kalkspathkrystallen von Steierdorf (Banat). — Aus einem Gange im Kreidekalk am linken Ufer des Münisch bei Steierdorf im Banat stammen radiale Aggregate von Calcit auf einer stark eisenschüssigen Unterlage, welche 0,104 % $FeCO_3$ enthalten. Dieselben zeigen Endausbildung durch {$\bar{2}$021} (an einem Krystalle daneben noch {10$\bar{1}$1} und {11$\bar{2}$0}). Die Seitenflächen der durch Eisenoxydhydrate braunroth gefärbten Stengel sind ebenso wie die Flächen von {$\bar{2}$021} wie zerhackt durch 1—2 mm tiefe, gerade Einschnitte, welche zwei sich unter spitzen Winkeln schneidenden Lamellensystemen nach {$\bar{1}$012} entsprechen, entsprechend einer Zwillingslamellirung der Krystalle. Die Krystalle sind gegen die Polecke gerundet und an derselben dreieckig vertieft, wobei die gebildeten Kanten des Hohlraumes ‖ zur langen Diagonale des Rhomboëders liegen, an einem Krystalle ist eine Fläche derselben ‖ zur benachbarten Fläche von {$\bar{2}$021}. Ferner treten ‖ der kurzen Rhomboëderdiagonale gestreckte Grübchen mit concaven Wänden auf den Flächen von {$\bar{2}$021} auf und scharfbegrenzte spitzwinklige Corrosionshügel, welche von der Polecke herabgehen und auf den Zwillingslamellen nach {$\bar{1}$012} annähernd senkrecht stehen.

Kalkspathkrystalle von Rauris (Salzburg) und deren Corrosion. Krystalle von Calcit aus der Rauris zeigen verschiedene Typen: 1) Weisse durchscheinende Skalenoëder, oft durch ‖ Anreihung vieler Individuen ‖ zur Polkante sehr gross; sind häufig abgerundet und zeigen dieselben Corrosionsfurchen, welche manchmal so massenhaft auftreten, dass die Krystalle äusserlich aus papierdünnen übereinanderliegenden Lamellen zu bestehen scheinen, die Furchen

treten meist nur || einer Fläche von $\{\bar{1}012\}$ auf, auf Spaltstücken aber ist Zwillingslamellirung nicht zu beobachten. Das vorherrschende Skalenoëder hat das Zeichen $\{\bar{17}.5.22.12\}$. (Gemessen $(5.17.\bar{22}.12):(\bar{5}.22.\bar{17}.12) = 21^\circ\, 45'$, $(5.17.\bar{22}.12):(22.\bar{17}.\bar{5}.12) = 78^\circ\, 0'$). 2) Von der Türchelwand stammt ein zweites Vorkommen mit vorherrschendem $\{10\bar{1}1\}$ und untergeordnetem $\{72\bar{9}5\}$, Zwilling nach $\{10\bar{1}0\}$, bedeckt von Pyritkrystallen, die Polecke des einen Rhomboëders ist abgefressen, an ihrer Stelle eine dreiseitige Grube, deren Wandungen den Flächen von $\{\bar{1}012\}$ entsprechen, ebenso zeigt derselbe die Corrosionsfurchen nach einer oder drei Flächen von $\{\bar{1}012\}$. 3) Ein Krystall, angeblich vom Ritterkopf, hat anscheinend hemimorphen Habitus. Einerseits vorherrschend $\{10\bar{1}1\}$, daneben $\{\bar{2}021\}$, andererseits $\{0001\}$, sowie $\{40\bar{4}1\}$ und $\{11\bar{2}0\}$. $\{0001\}$ ist mit einer Kruste von Stilbit*) überzogen, die Corrosionsfurchen sind auch hier vorhanden. 4) Kalkspathkrystalle mit Rutil, Pyrit und Periklin von der Türchelwand zeigen $\{\bar{1}012\}$ und $\{10\bar{1}0\}$, sie sind gleichfalls corrodirt. 5) Perlmutterglänzende dünne Tafeln nach (0001) mit sich unter 60° schneidender Streifung, als Randflächen $\{10\bar{1}1\}$, sowie $\{\bar{1}011\}$, zusammen mit Quarz, an welchen stets $\{11\bar{2}1\}$ auftritt. 6) Kleine weisse, durchsichtige Calcitkrystalle der Combination $\{10\bar{1}1\}$ mit $\{13.0.\bar{13}.2\}$ und $\{\bar{13}.0.13.1\}$, letztere beide Formen sind für Kalkspath neu, erstere wurde berechnet aus dem Winkel $(10\bar{1}1):(13.0.\bar{13}.2) = 36^\circ\, 30'$, das letztere aus dem Zonenverbande entnommen. Diese Krystalle zeigen keine Corrosion.

Das Hexakisoktaëder des Flussspathes vom Sarnthal (Tirol) eine Corrosionsgestalt. — Das früher an dem Sarnthaler Flussspath beschriebene matte Hexakisoktaëder (vergl. Ref. diese Zeitschr. **19**, 197) wird durch Messung der von den Kanten gebildeten Winkel mittelst des Anlegegoniometers als $\{5.27.12\}$ bestimmt. Wegen dieses complicirten Zeichens und wegen der Beschaffenheit der Fläche hält es Verf. für eine aus $\{031\}$ entstandene Corrosionsgestalt.

Der Ankerit vom steirischen Erzgebirge bei Eisenerz. — Die glatten, fast farblosen Rhomboëder zeigen häufig Zwillings-Vierlingsbildung nach $\{10\bar{1}0\}$. Bei der Umwandlung eines derartigen Krystalles zu Limonit setzte sich der weggeführte $CaCO_3$ zum Theil in paralleler Stellung oberflächlich wieder ab.

Ref.: E. Weinschenk.

*) Dieser Ueberzug auf der Fläche $\{0001\}$ ist nicht, wie der Verf. bemerkt, stets Stilbit, vielmehr zeigen die meisten Stücke der Münchener Staatssammlung aus der Rauris sowohl, wie analoge aus dem Grossvenedigergebiet und dem Floitengrund (Zillerthal) Prehnit als Ueberzug. Anmerk. des Ref.

XVIII. Ueber ein Instrument zum Schleifen von genau orientirten Platten und Prismen künstlicher Krystalle.

Von

A. E. Tutton in London *).

(Mit 8 Textfiguren.)

Bei der optischen Untersuchung künstlich hergestellter Krystalle, die meist einen viel geringeren Grad von Härte besitzen, als die in der Natur vorkommenden Mineralien, ist die erste und schwierigste Aufgabe die, die nöthigen Platten und Prismen herzustellen. Es ist, wenn die Untersuchungen genau ausfallen sollen, von fundamentaler Wichtigkeit, dass die Platten wirklich parallel zu der gewünschten Ebene, oder wirklich senkrecht zu der gewünschten Richtung im Krystall sind, ferner dass sie ebene und genau parallele Oberflächen besitzen. Bei Prismen müssen zwei ebene Flächen vorhanden sein, welche einen Winkel von nicht mehr als 70° mit einander bilden; diese Ebenen müssen sich in einer Linie schneiden, welche einer bestimmten Richtung im Krystalle genau parallel ist, und ausserdem sollen sie meist zu einer gegebenen Krystallfläche symmetrisch liegen, oder es soll die eine zu einer Krystallfläche parallel sein. Es ist einleuchtend, dass die Genauigkeit der Bestimmungen optischer Constanten abhängt von dem Grade der Präcision, mit dem diese Bedingungen erfüllt sind.

In der Mehrzahl der Fälle zeigen die künstlichen Krystalle die zu den Prismen und Platten nöthigen Flächen entweder gar nicht oder nur untergeordnet ausgebildet, und in diesem Falle muss das verhältnissmässig weiche und zerbrechliche Material geschliffen werden. Nur selten sind künstliche Krystalle hart und widerstandsfähig genug, dass man sie zunächst mit einer feinen Laubsäge oder einem Drahte schneiden kann, welch

*) Aus dem 185. Bande der Phil. Transactions Roy. Soc. London vom Vref. mitgetheilt.

letzterer mit Oel oder einer Lösung der betreffenden Substanz befeuchtet sein muss. Die Krystalle müssen meist sehr vorsichtig behandelt werden, da ihre Weichheit und Sprödigkeit, sowie die oft auftretende Spaltbarkeit leicht ein Zerbrechen und Zersplittern verursachen. Ausserdem eignen sich kleinere Krystalle immer besser zu den Untersuchungen als die grösseren, da letztere viel häufiger gestreift, verzerrt oder mit gekrümmten Flächen versehen sind als erstere, und die Herstellung von Schliffen kleiner Individuen kann selbstredend nur durch Schleifen ausgeführt werden.

Die erste Oberfläche einer Platte wird meist in der Weise hergestellt, dass man den Krystall fest zwischen Zeigefinger und Daumen fasst und ihn vorsichtig über der Oberfläche einer fein angeschliffenen und schwach convexen Glasplatte hin und her bewegt; dieselbe ist mit Oel oder einer Flüssigkeit zu befeuchten, welche die Substanz schwer löst; man muss beim Schleifen eine Bewegung des Handgelenkes vermeiden, da dadurch die geschliffene Fläche mehr oder weniger convex wird. Wenn, was selten vorkommt, der Krystall ziemlich hart und nicht spröde ist, so kann vielleicht ein Halter aus einem gespaltenen Kork improvisirt werden, aber in den meisten Fällen muss man seine Zuflucht zum Schleifen mit Daumen und Zeigefinger nehmen. Hat man so eine Fläche angeschliffen, so wird sie auf einem Stück Seide polirt und probirt, ob sie eben ist und approximativ die richtige Lage hat, indem man den Krystall auf's Goniometer bringt, zusieht, wie die Fläche reflectirt und mindestens zwei Winkel misst, welche sie mit am Krystall ausgebildeten Flächen bildet. Ist das Resultat nicht befriedigend, so muss von neuem geschliffen und probirt werden, bis man seinen Zweck erreicht hat. Es muss sodann auf ähnliche Art eine zweite Fläche parallel zur ersten geschliffen werden, bis eine hinreichend, aber nicht zu dünne Platte erhalten ist, die, wenn ein zweiaxiger Krystall vorliegt, im Axenwinkelapparate die inneren Ringe der Interferenzfigur sehr klein und die Hyperbeläste, deren Abstand gemessen werden soll, am deutlichsten zeigt. Bevor man die zweite Fläche schleift, pflegt man den Krystall auf einer Glasplatte zu montiren, indem man die erste Fläche mit Canadabalsam auf derselben festkittet; man kann dann die Platte während des Schleifens besser halten, die Gefahr des Zerbrechens ist vermindert und, wenn der Krystall stark doppeltbrechend ist, die Platte also sehr dünn werden muss, erzielt man leicht annähernde Parallelität beider Flächen. Wenn die Krystalle nicht sehr klein sind, so kann man die zweite Fläche vortheilhaft unter Anwendung des zu diesem Zwecke von Fuess in Berlin construirten kleinen Apparates besser parallel schleifen. Der Krystall wird mit der zuerst angeschliffenen Fläche auf das eine Ende eines geschlossenen weissen Metallcylinders aufgekittet, der etwa 5½ cm lang ist und 2½ cm Durchmesser hat, und dessen Enden eben und soviel als möglich senkrecht zur Axe sind. Der Cylinder gleitet vertical mit dem Krystalle unten in einer äusseren

Messingröhre, von deren unterem Ende horizontal drei Arme ausgehen, die mit feingeschnittenen Schrauben versehen sind. Diese letzteren werden mit Hülfe eines getheilten Keiles so justirt, dass die Enden der Arme in derselben Höhe über der Schleifplatte sich befinden, wenn der Cylinder senkrecht zu derselben steht. Wenn man den Apparat unter Anwendung eines leichten Druckes auf den Cylinder über die angefeuchtete Schleifplatte hin und her bewegt, so wird an den Krystall eine zweite zu der ersten parallele Fläche angeschliffen. Bei kleinen Krystallen ist diese Methode, die zweite Fläche zu schleifen, indessen nicht bequem.

Das Anschleifen der ersten Fläche eines Prismas von einem kleinen künstlichen Krystalle wird meist wie bei Platten mit der Hand ausgeführt; ebenso wird die zweite Fläche, die natürlich viel schwieriger in der gewünschten Richtung zu erhalten ist, gewöhnlich mit der Hand geschliffen.

Es ist klar, dass nach diesen Methoden im besten Falle Platten und Prismen von annähernd ebener Oberfläche erhalten werden können, die nur approximativ orientirt sind, denn es leuchtet ohne weiteres ein, wie schwierig es ist, einen kleinen, vielleicht nur 2 mm langen Krystall während des Schleifens so zu halten, dass eine bestimmte Ebene, deren Lage nach den am Krystall entwickelten Flächen geschätzt werden muss, der Schleifplatte parallel ist. Ausserdem ist es selbst nach langer Uebung für gewöhnlich unmöglich, eine wirklich ebene Oberfläche zu schleifen. Der Gebrauch einer etwas convexen Schleifplatte hilft nur wenig, um die durch eine unwillkürliche Bewegung des Handgelenkes verursachte Krümmung der angeschliffenen Fläche zu eliminiren. Auch ist es eine unangenehme, aber oft gemachte Erfahrung, dass man, wenn nach vieler Mühe eine glatte, anscheinend ebene Fläche ohne Zerbrechen des Krystalles geschliffen ist, bei der goniometrischen Untersuchung Abweichungen bis zu 5° von der gewünschten Richtung findet. Auch kommt es vor, dass durch Zerbrechen der Krystalle während des Schleifens oft viele Stunden verloren gehen. Es geht daraus hervor, dass die Herstellung einer grösseren Zahl von Platten und Prismen zum Zwecke einer ausgedehnten Untersuchung nach der gebräuchlichen Methode ungemein viel Zeit und Mühe kostet und die Geduld des Experimentators auf eine harte Probe stellt, während doch die Resultate als nur approximative bezeichnet werden müssen.

Das im Folgenden zu beschreibende Instrument ist das Resultat eines Versuches, diese ermüdenden und nur approximative Resultate gebenden Methoden durch eine Präcisionsmethode zu ersetzen, welche die ermüdende Handarbeit eliminirt und zu gleicher Zeit Garantie bietet, dass man völlig ebene und genau orientirte Flächen erhält. Der Versuch ist erfolgreich ausgefallen und es ist möglich, mittelst des Instrumentes Flächen von der besten Beschaffenheit zu schleifen, die bis auf 10′ mit der gewünschten Richtung zusammenfallen, ein möglicher Fehler, der auf die Werthe der optischen

Constanten keinen messbaren Einfluss ausüben würde. Ueberdies kann dieses Resultat in einem kleinen Bruchtheile der bisher erforderlichen Zeit erzielt werden und die Gefahr, den Krystall zu zerbrechen, ist sehr verringert. Auch ist eine Vorrichtung angebracht, um mit demselben Grade von Genauigkeit eine zweite der ersten parallele Fläche zu schleifen. Für Fälle, in denen es wegen schwacher Doppelbrechung wünschenswerth ist, ziemlich dicke Platten zur Verfügung zu haben, damit die Ringe der Interferenzfigur recht klein werden, können am gleichen Krystalle zwei Paare paralleler Flächen angeschliffen werden, die resp. zur ersten und zweiten Bisectrix senkrecht sind. Auch ist es leicht und kann bei zweiaxigen Krystallen, wie gross die Doppelbrechung auch sein möge, immer ausgeführt werden, an demselben Individuum ein Paar Prismen anzuschleifen, welche es gestatten, alle drei Brechungsexponenten an demselben Krystall zu messen. Ja, wenn Krystalle von schwacher Doppelbrechung mit drei oder mehr Millimeter Durchmesser vorliegen, so kann man an ein und demselben Individuum zwei Platten und zwei Prismen schleifen, die es gestatten, die sämmtlichen optischen Constanten zu bestimmen. Ausserdem haben die mittelst des Instrumentes erzeugten Platten und Prismen den grossen Vorzug, dass sie so glatt polirt sind, dass man sie direct ohne Anwendung von Deckgläschen benutzen kann, und die erhaltenen Resultate sind nicht mehr approximativ, sondern absolut genau.

Construction des Instrumentes.

Eine allgemeine Ansicht des Instrumentes und der zugehörigen Nebenapparate giebt nebenstehende Fig. 1.

Dasselbe besteht hauptsächlich aus den folgenden Theilen:

1) Einem drehbaren horizontalen Theilkreise mit festem Nonius.
2) Einer aufgehängten senkrechten Axe, die mit dem Theilkreise rotirt und auf und ab bewegt werden kann; am unteren Ende trägt sie den Krystall und Justirvorrichtungen.
3) Einen drehbaren Schleiftisch, dessen Oberfläche dem Theilkreise parallel und zur Axe senkrecht ist.
4) Einen horizontalen Collimator und ein Fernrohr, um den Krystall goniometrisch zu beobachten.
5) Eine Vorrichtung, um den Druck, mit dem der Krystall auf den Schleiftisch gepresst wird, zu vergrössern, zu verringern oder ganz aufzuheben.

Auf einer kreisförmigen schweren Metallplatte sind drei Messingsäulen montirt, die eine starke metallene dreieckige Verbindungsplatte mit etwas concaven Ecken tragen, in dem in Fig. 2 gegebenen Durchschnitte mit *a*

bezeichnet. In der Mitte dieser Platte, mit ihr aus demselben Gusse, befindet sich der äussere feste Conus *b*, in dem die verschiedenen drehbaren Axen sich bewegen. Der silberne Nonius befindet sich an einem kurzen Arme, der zwischen zwei Armen jener Platte befestigt ist. In dem äusseren

Fig. 1.

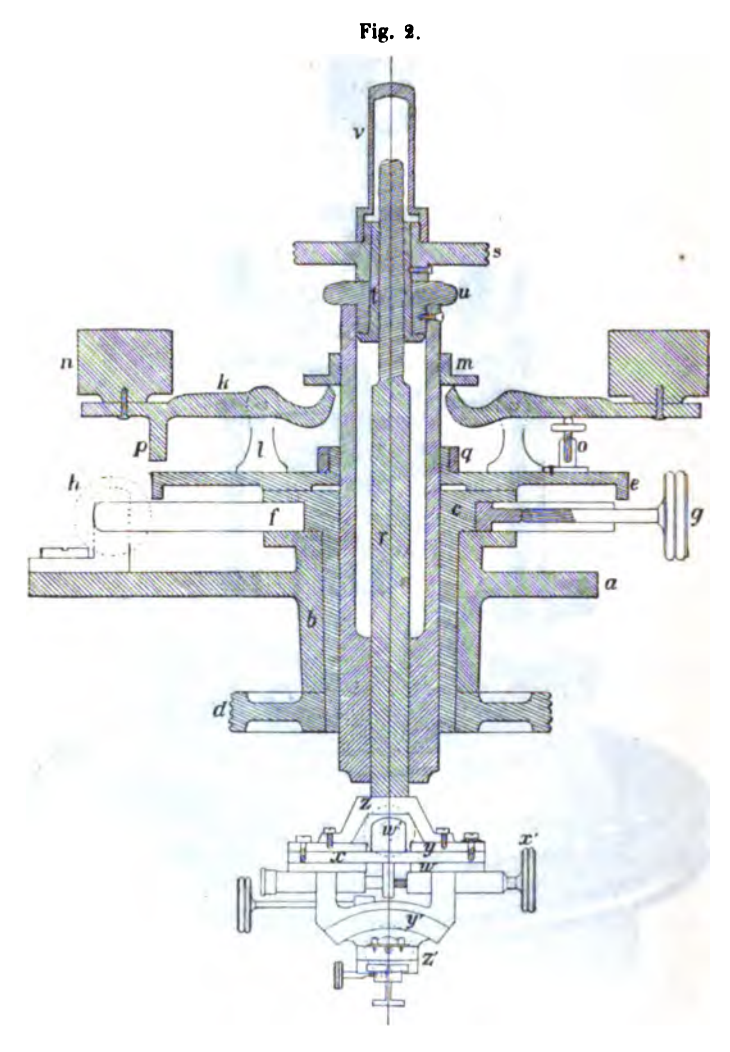


festen Conus *b* befindet sich ein zweiter *c*, der mit Hülfe einer grossen gerillten Ebonitplatte *d* gedreht werden kann, welche direct unterhalb der Endigung des äusseren Conus fest mit jenem verbunden ist. Oben ist diese bewegliche Axe an dem Theilkreise *c* festgeschraubt, so dass beim Drehen des Ebonittisches der Theilkreis sich dreht.

Auf dem Theilkreise befindet sich ein dicker Silberring, auf dem die Theilung angebracht ist; direct kann man halbe Grade, mit dem Nonius

Minuten ablesen. Direct unterhalb des Theilkreises ist der Conus *c* lose von einem Ringe *f* umgeben, der gegebenenfalls mit einer Klemmschraube an demselben befestigt werden kann. Diese Klemmschraube bewegt sich in einem an dem Ringe angebrachten Arme; auf der anderen Seite des Ringes

Fig. 2.



zweigt sich ein zweiter Arm ab, auf den eine Mikrometerschraube stösst: diese letztere ist ähnlich eingerichtet wie an den Fuess'schen Goniometern und ermöglicht eine präcise Einstellung des Theilkreises.

Der Winkel der conischen Bohrung im äusseren Conus *b* ist nur klein und die Bohrung in *c* ist genau cylindrisch. In dieser cylindrischen Röhre bewegt sich eine Axe *i* aus Bronze, deren unabhängige Drehung verhindert

wird durch eine der Länge nach verlaufende Kerbung, welcher ein Metallvorsprung auf der inneren Oberfläche von *c* entspricht. Diese Axe bewegt sich also mit dem Theilkreise, kann aber frei auf und ab bewegt werden. Sie wird durch ein Paar Hebel *k* in passender Höhe gehalten; diese sind an den Enden ziemlich schwer belastet; ihre Drehpunkte sind auf dem Theilkreise befestigt und ihre kürzeren, gebogenen Arme drücken nach aufwärts gegen einen gespaltenen Ring *m*, der an der Axe durch eine mit einem Schlüssel anzuziehende Schraube befestigt werden kann. Die Gegengewichte *n* sind so justirt, dass, wenn die Hebelarme nahezu horizontal stehen, das ganze Gewicht von der Axe *i* mit allem, was sie trägt, im Gleichgewicht gehalten wird und die geringste Berührung der Hebelarme genügt, um die Axe auf und ab zu bewegen. Die Axe *i* mit der Balancirvorrichtung dienen dazu, den Druck, mit dem der Krystall auf der Schleifplatte aufliegt, je nach der Beschaffenheit des Präparates zu modificiren.

Zur Bequemlichkeit ist aussen nahe an dem Stützpunkte eines der Hebel eine justirbare Schraube *o* angebracht, die wie eine elektrische Klemmschraube — doch ohne seitliche Löcher — aussieht; der Cylinder, in dem die Schraube sich dreht, steht auf dem Theilkreise gerade unter dem längeren Hebelarme, so dass dieser durch den Schraubenkopf in beliebiger Höhe unterstützt werden kann; der Hebel kann sich so in der Richtung, in der das Gegengewicht aufwärts geht, bewegen, während Bewegung in entgegengesetzter Richtung nicht möglich ist. An dem anderen Hebelarme ist ein Vorsprung *p* fest angebracht, welcher unbequeme Senkung dieses Hebels verhindert. Die Leichtigkeit, mit welcher sich die Axe *i* auf und ab bewegt, kann durch einen anderen gespaltenen Ring *q* modificirt werden, welcher eine von dem Theilkreise ausgehende ebenfalls gespaltene Flansche umspannt, in der die Axe gleitet. Um ein sofortiges Auseinanderweichen des Ringes beim Lösen der Schraube zu bewirken, ist zwischen den beiden Ansätzen des Ringes, durch welche die Schraube geht, eine starke Feder angebracht.

Die Bronzeaxe *i* ist inwendig auf die aus Fig. 2 ersichtliche Art durchbohrt; die Bohrung ist ziemlich weit für die oberen $\frac{2}{3}$ der Länge, enger in dem unteren Theile, und gestattet einer stählernen Kernaxe *r* ohne seitliches Spielen auf und ab zu gleiten; unabhängige Bewegung dieser letzteren ist wieder durch eine Kerbung und entsprechenden Metallvorsprung wie bei der Axe *i* verhindert. Diese Stahlaxe *r* trägt an ihrem unteren Ende Krystallhalter und Justirvorrichtungen und endigt oben in einer grob geschnittenen Schraube. Mit einem an dem Schraubengehülse *t* befestigten Schraubenkopfe *s*, welch ersteres durch die die Bohrung der Bronzeaxe *i* verschliessende Kappe *u* durchgeht, kann die Stahlaxe und der Krystall gehoben oder gesenkt werden, um letzteren von der Schleifplatte zu entfernen oder ihr zu nähern. Das oben herausragende Ende der Schraube ist durch eine Kappe *v*

geschützt, welche auf den Schraubenkopf s aufgeschraubt wird. Auf dieser Kappe endlich kann noch ein becherförmiges Gefäss befestigt werden, das Fig. 1 zeigt, und das zur Aufnahme von Schrotkörnern oder Gewichten dient, wenn man den Druck des Krystalles auf die Schleifplatte vermehren will.

Der Centrir- und Justirapparat am unteren Ende der Stahlaxe r besteht aus je zwei rechtwinklig zu einander wirkenden Centrir- und Justirvorrichtungen; die letzteren sind nach der zuerst von v. Lang angewendeten Methode eingerichtet, und bestehen aus Tangentialschrauben, die auf Kreismetallsectoren wirken. Diese Vorrichtungen müssen stärker construirt sein, als es für gewöhnliche goniometrische Zwecke gebräuchlich ist. Zum Centriren ist eine Vorrichtung in Anwendung gebracht worden, welche eine Zeit lang von der Firma Troughton & Simms zu Centrirzwecken benutzt worden ist, und welche von denselben an dem von Miers*) beschriebenen Goniometer mit verticalem Theilkreise angebracht worden ist. Dieses Arrangement ist stärker construirt und die Schrauben lockern sich nicht so leicht, wie bei der gebräuchlichen rechtwinkligen Form. Das Centriren wird bewerkstelligt durch die gegenseitige Bewegung zweier Scheiben w und x um einander, und dieser beiden um eine dritte y. Die dritte Scheibe y ist durch die Brücke z fest mit dem unteren Ende der Stahlaxe r verbunden. Die zweite Scheibe x ist in der Nähe der Peripherie durch einen Zapfen mit y verbunden, und die Bewegung von x um y wird bestimmt durch einen Bolzen, welcher in x eingeschraubt ist und durch eine gekrümmte Führung durchgeht, die concentrisch zum Zapfen aus y ausgeschnitten ist; fester Contact zwischen den beiden Scheiben wird erhalten durch ein federndes Stossblech, welches zwischen dem breiten Schraubenkopf des Bolzens und dem Tisch y eingeklemmt ist. Die Rotation von x um den Zapfen wird hervorgerufen durch Drehen der oberen Traversirschraube, welche diametral verläuft, senkrecht zu jener Verbindung des Zapfens und Bolzens steht und unter der Brücke z durchgeht. Das Ende der Schraube drückt gegen einen kurzen verticalen Stiel, der an der Scheibe x befestigt ist und durch das centrale Loch in y hindurchgeht, und dieser Stiel wird während des Zurückdrehens gegen das Ende der Schraube durch eine federnde Vorrichtung w' angepresst, welche der an der Feinstellvorrichtung des Theilkreises angebrachten gleicht. Die unterste Scheibe w kann um die mittlere x mit Hülfe einer ganz ähnlichen Vorrichtung durch Drehen der Schraube x' zum Rotiren gebracht werden; letztere steht rechtwinklig zur oberen Schraube.

Die Justirvorrichtungen y' und z' sind so eingerichtet, wie man sie gewöhnlich an den genaueren Goniometern sieht; Schrauben ohne Ende, die an senkrecht zu einander angebrachten Kreissegmenten angreifen. In-

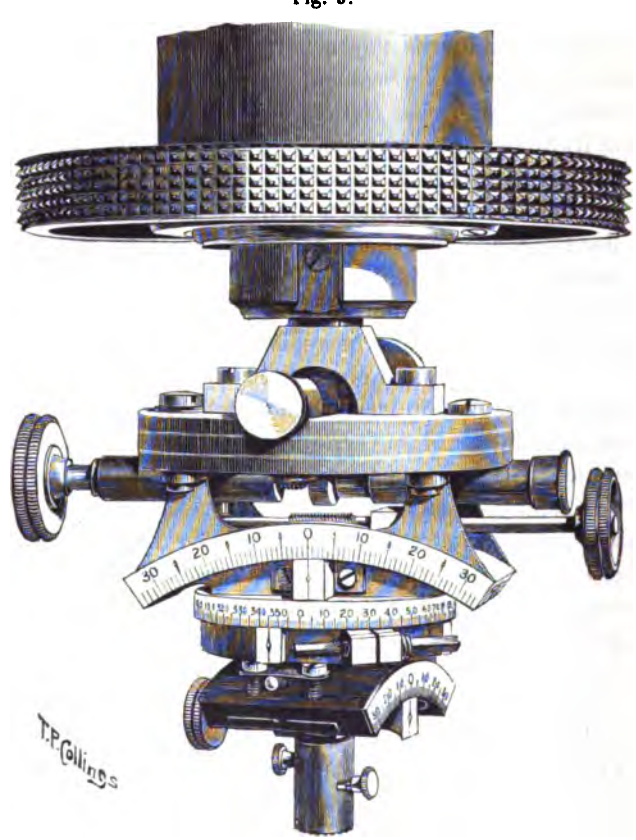
*) Mineralogical Magazine, März 1891, p. 214.

dessen sind sie stärker als gewöhnlich gebaut und es ist besonders darauf zu achten, dass die beiden Bewegungen sich möglichst genau unter einem Winkel von 90° kreuzen. Eine neue Vorrichtung ist angebracht, die bezweckt, eine gewünschte Richtung im Krystalle zur Schleifplatte ganz genau parallel zu machen. Auf der einen Backe der Führung jedes Segmentes ist eine ebenso gebogene silberne Platte befestigt, an der eine Gradtheilung eingravirt ist. Das bewegliche Segment selbst trägt in der Mitte des Bogens auf einem Silberplättchen eine Marke; Theilung und Marke sind so fein, dass man mit Hülfe der Lupe 10′ genau abschätzen kann. Die Theilung der Scala geht von der Mitte aus und erstreckt sich nach jeder Seite bis zu 35°. Wenn die Segmente in der normalen Stellung sind, d. h. ihre Enden mit den Enden der Führungen zusammenfallen, so steht die Marke auf 0° ein; die Grösse der Bewegung beim Drehen der Justirschrauben kann auf den beschriebenen Theilkreisen unmittelbar abgelesen werden.

Ausser diesem Paar von Justirbewegungen, deren Ebenen einen rechten Winkel mit einander bilden, ist ein zweites Paar vorhanden, bei dem die Ebenen der Kreisbewegung in irgend einen beliebigen Winkel zu einander gebracht werden können. Diese verstellbare in Fig. 3 dargestellte Justirvorrichtung ist nützlich in gewissen selteneren Fällen monosymmetrischer Krystalle, in denen keine Flächen entwickelt sind, welche ein schnelles Justiren der gewünschten Elasticitätsaxe durch Kreisbewegung in rechtwinklig zu einander stehenden Ebenen gestatten; auch kann sie mit Vortheil bei asymmetrischen Krystallen verwendet werden. Es wird dieselbe Centrirvorrichtung gebraucht; man braucht bloss den rechtwinkligen Justirapparat zu entfernen, indem man die vier Schrauben herausnimmt, die seine Träger an der untersten der drei Centrirscheiben festhalten, und ihn durch den verstellbaren Apparat zu ersetzen. Die untere Kreisbewegung lässt sich in horizontaler Ebene gegen die obere drehen, und der Betrag dieser Drehung kann an einem Theilkreise abgelesen werden, der an dem oberen Segment angebracht ist; an dem unteren befindet sich an der Führung ein mit vier je 90° von einander entfernten Marken versehener Kreis. Um Raum zum Anbringen dieser beiden Scheiben zu gewinnen, ist das obere Segment etwas grösser als bei den gewöhnlichen Justirapparaten gemacht. Der Theilkreis ist, wie die getheilten Bögen der Justirsegmente, in Grade eingetheilt; 10′ können leicht geschätzt werden. Wenn irgend eine der Marken mit dem Nullpunkte des Theilkreises correspondirt, so laufen die Justirbewegungen entweder parallel oder bilden einen Winkel von 90°; sind letztere gegen einander geneigt, so giebt eine Ablesung direct den Betrag dieser Neigung an. Die untere Vorrichtung kann in beliebiger Stellung an die obere mit einer Klemmschraube festgeklemmt werden; diese Schraube verbindet die markirte Scheibe mit dem Theilkreise und kann von beiden Seiten mit einem Schraubenschlüssel angezogen werden.

Der Krystall wird mit Hülfe eines leicht schmelzbaren, aber harten und schnell erstarrenden Wachses direct an einen kleinen Halter gekittet; derselbe besteht aus einem unten mit tiefen einander kreuzenden Rinnen


Fig. 3.



versehenen Messingtisch, um das Gleiten des Wachses zu vermeiden; ein in der Mitte befestigter kurzer Stahlstab passt in ein Loch unten im Justirapparate; derselbe hat eine Rinne, der eine Schiene in dem Loche entspricht, um das Rotiren zu vermeiden. Zwei solche Halter sind dem Instrument beigefügt, einer von 1 cm und der andere 1½ cm im Durchmesser. Ausserdem sind noch zwei specielle Halter vorgesehen, von denen der eine den Krystall bis zu einem gewissen Grade zu drehen gestattet, um irgend eine Fläche desselben parallel zu einer den Tangentenschrauben justiren zu können, und der andere, von complicirterer Construction, dient dazu, eine zweite Fläche parallel zu einer schon angeschliffenen zu schleifen. Diese werden bei einer späteren Gelegenheit beschrieben werden.

Fernrohr und Collimator sind auf starken Stativen angebracht, welche

auf einer kreisförmigen Führung gleiten, deren Krümmungsmittelpunkt in der Verticalaxe des Instrumentes liegt. Um eine möglichst freie Bewegung von Fernrohr und Collimator zu ermöglichen, sollen zum Tragen des Theilkreises und der Axen drei und nicht vier Säulen verwendet werden. Die unten gleitenden Flächen der das Fernrohr und den Collimator tragenden Stative werden durch leicht gekrümmte Federn gegen die Führung gepresst; diese Federn befinden sich innen zwischen der Ecke der Führung und der Nuth der Gleitflächen. Fernrohr und Collimator können in derselben Horizontalebene justirt werden, welche senkrecht zur Axe des Instrumentes steht; gegen diese können die optischen Röhren genau gerichtet werden. Der äussere Haupttubus eines jeden trägt zu diesem Zwecke einen Ring, der an den stärkeren Ring des Trägers mit zwei Justirschrauben an dem äusseren Ende des Verticaldurchmessers angeschraubt ist; dadurch kann die Altitude schwach verändert werden, während der Azimuth durch eine dritte Justirschraube auf einer Seite, 90° von den anderen entfernt, justirt werden kann. Fernrohr und Collimator gleiten in dem äusseren Tubus, so dass sie dem Krystall genähert oder von ihm entfernt werden können; sie können in irgend einer gewünschten Stellung mit Hülfe eines Spaltringes am äusseren Tubus festgeklemmt werden. Das Ocular des Fernrohres ist beweglich, um letzteres genau auf paralleles Licht einstellen zu können; das Fadenkreuz, in einem kurzen Rohre befindlich, ist mit feinen Stellschrauben mit dem Oculare verbunden. Die Stellung des Oculares kann, nachdem man dasselbe in die richtige Lage gebracht hat, mittelst eines Spaltringes fixirt werden, welch' letzterer einen Keil trägt, der in einen entsprechenden Schlitz am Objectivrohre hineinpasst. Hinten am Objectiv befindet sich, wie an den Fuess'schen Goniometern, eine bewegliche Linse, die vorgeschoben werden kann und dadurch das Fernrohr in ein schwach vergrösserndes Mikroskop verwandelt, um den Krystall betrachten zu können. Das Collimatorrohr trägt einen Websky'schen Spalt und kann ebenfalls verschoben und in beliebiger gewünschter Stellung mittelst eines Spaltringes fixirt werden. Fernrohr und Collimator können in irgend einen Winkel zu einander eingestellt und an ihrer Führung mit einer Schraube festgeklemmt werden.

Die Schleifplatte besteht aus einer runden Scheibe von mattgeschliffenem Glase und ist auf einer starken Trägerplatte von Messing mit aussen umgebogenen Kanten montirt. Die feingeschliffene Oberfläche des Glases muss möglichst genau eben sein. Die Trägerplatte ist auf eine Rolle aufgeschraubt, die fest an der starken Rotationsaxe angebracht ist; die letztere ragt ein wenig über die obere Fläche der Rolle hinaus und passt genau in ein centrales Loch, das in die untere Seite der Messingträgerplatte gebohrt ist, um letztere concentrisch zu erhalten; unten läuft sie in einer genau cylindrisch gebohrten Stütze. Die Rotationsaxe muss natürlich zur

Schleifplatte und zur Rolle sehr genau senkrecht stehen. Eine besondere Vorrichtung an dem cylindrischen Träger erlaubt die Schleifplatte genau senkrecht zur Drehungsaxe zu justiren. Vom oberen Theile jener Träger gehen drei Füsse aus, die in starken, direct auf der metallenen Basis ruhenden Nivellirschrauben endigen. Der Träger selbst geht unten durch ein ziemlich weites Loch in dem Tische, der seinerseits etwas höher ist als der zur Aufnahme eines Glassturzes bestimmte Holztisch; etwas unterhalb des Metalltisches endigt der Träger in einem breiten Kopf, und zwischen diesem und der unteren Fläche des Tisches ist eine starke Spiralfeder so angebracht, dass die drei Nivellirschrauben fest an den Metalltisch gepresst werden. Die Axe der Schleifplatte wird am Aufsteigen in der cylindrischen Bohrung des Trägers durch eine passende Flansche verhindert, und sowohl das breite obere Ende des Trägers als auch der Beschlag der Rolle, welcher darauf läuft, sind ganz eben gearbeitet. Durch ein seitlich angebrachtes Röhrchen kann Schmieröl in die Bohrung des Trägers eingeführt werden. So läuft die Schleifplatte ohne das geringste Stossen und mit einem Minimum von Reibung. Mittelst der Rolle rechts in Fig. 1 wird die Platte in Rotation versetzt; der Durchmesser dieser Rolle ist etwa derselbe wie der der Schleifplatte. Diese Rolle ist auf einem Träger in einer stabilen festen Säule montirt und mit einer passenden Handhabe zum Drehen versehen. Um den Druck auf beide Seiten der Axe der Schleifplatte möglichst gleichmässig zu machen, ist eine dritte Rolle von derselben Grösse wie diejenige unterhalb der letzteren angebracht; dieselbe ist ähnlich montirt, wie die grosse Triebrolle, doch ohne Handhabe. Die Transmissionsschnur von starkem Katzendarm ist auf beiden Seiten der mittleren Rolle gekreuzt; der Träger der dritten Rolle gleitet in einer kurzen Führung im Metalltische und kann mit einer starken Schraube unterhalb des Tisches bewegt werden, um die Schnur nachzulassen oder fester anzupressen. Das vortheilhafteste Grössenverhältniss der Rollen ist derart, dass auf eine Umdrehung der Triebrolle zwei der Schleifplatte kommen. Zu schnell darf man nicht drehen, denn die dadurch bewirkte unvermeidliche Erhitzung beim Schleifen stört immer, indem das Wachs weich wird und der Krystall seine Stellung ändert.

Man bedient sich vortheilhaft zweier Schleifplatten; die eine ist, wie oben beschrieben, fest angebracht und kann nicht entfernt werden; sie ist sehr fein angeschliffen, dass sie durchscheinend ist, und dient ausschliesslich zum Poliren der mit der anderen Platte angeschliffenen Flächen; die zweite Platte besteht aus dickem Glase; die Flächen sind eben und genau parallel geschliffen; die obere Fläche ist viel gröber matt geschliffen als die Oberfläche der festen Platte, etwa wie die Projectionsplatten an photographischen Apparaten. Diese Platte ist in einem starken Messingrahmen montirt, der drei Vorsprünge trägt, welche mit drei Vorsprüngen in der Metallplatte correspondiren, auf die die Polirplatte aufgekittet ist. Mit Schrauben, welche

durch diese Vorsprünge durchgehen, kann die zweite Platte leicht über der ersten befestigt und wieder entfernt werden; Schraubenmuttern unterhalb der Metallplatte dienen zum Anziehen.

Nach längerem Gebrauche wird die gröbere Glasplatte matt werden und nicht mehr so schnell schleifen wie im Anfange. Man giebt ihr dann den früheren Grad von Rauhigkeit wieder vermittelst einer kleinen mit einer Handhabe versehenen Platte (vorn in Fig. 1); diese ist eben geschliffen und wird mittelst eines passenden Bindemittels mit einer ganz dünnen Schicht feinsten Schmirgels überzogen. Die Schleifplatte feuchtet man mit Terpentinöl an und bewegt die geschmirgelte Fläche parallel dem Durchmesser über die matten Stellen der Glasplatte hin; dies ist dem concentrischen Anschleifen vorzuziehen, weil dann keine Streifung auf der angeschliffenen Fläche am Krystall entsteht.

Das Schleifen nimmt man wegen der öfter zu wiederholenden goniometrischen Messungen am besten in einem Dunkelraume vor; als Beleuchtungslampe ist ein Auer'sches Glühlicht zu empfehlen, das mit einer Vorrichtung ähnlich der an den Flürscheim'schen Brennern benutzten versehen ist. Als Goniometerlampe zur Beleuchtung des Spaltes hat sich als sehr praktisch die in der folgenden Abhandlung Figur 7 abgebildete Beleuchtungsvorrichtung, ebenfalls mit Auer'schem Glühlicht versehen, erwiesen.

Justirung des Instrumentes.

Man wird bemerkt haben, dass jeder Theil des Instrumentes mit eigenen Justirvorrichtungen versehen ist, was die Handlichkeit und Genauigkeit beim Arbeiten wesentlich erhöht.

Das Fernrohr muss natürlich genau senkrecht zu der verticalen Rotationsaxe justirt werden; es geschieht dies in der gewöhnlichen Weise mit Hülfe der beiden Justirschrauben, die an dem Klemmringe angebracht sind; dieselben werden angezogen, bis die von einer planparallelen, auf beiden Seiten versilberten Glasplatte, die an dem Krystallhalter befestigt ist, reflectirten Fadenkreuzbilder genau mit dem im Fernrohre befindlichen Fadenkreuze zusammenfallen. Das Fernrohr muss dann noch für den Azimuth justirt werden; d. h. seine Axe muss genau auf die Rotationsaxe gerichtet werden, so dass sie dieselbe schneidet. Um dieses zu bewerkstelligen, wird der Krystallhalter durch ein kurzes, zugespitztes Stäbchen ersetzt (siehe Fig. 1, links auf der Basisplatte). Dasselbe wird vermittelst der Centrirschrauben centrirt, so dass die Spitze, wenn man sie durch das mit einer beweglichen Linse in ein Mikroskop verwandelte Fernrohr betrachtet, mit der Rotationsaxe zusammenfällt. Die seitliche Justirschraube des Teleskopringes wird dann so gedreht, dass die Spitze die Mitte des Gesichtsfeldes einnimmt.

Die Justirung des Collimators wird dann leicht durch Drehen der Schraube seines Klemmringes bewerkstelligt, bis das Bild des erleuchteten Spaltes, direct durch das auf denselben gerichtete Fernrohr betrachtet, klar und vollkommen aufrecht erscheint und von dem horizontalen Theile des Fadenkreuzes genau halbirt wird.

Das Justiren der Schleifplatte parallel zu der Ebene von Fernrohr- und Collimatoraxe, aber senkrecht zur Rotationsaxe, wird folgendermassen ausgeführt. Man überzeugt sich zunächst, dass die Ebene von Fernrohr- und Collimatoraxe für alle Stellungen in der kreisförmigen Lagerführung senkrecht zur Rotationsaxe bleibt. Das Fernrohr wird dann ganz rechts in der Führung festgeklemmt, so dass es fast die Säule berührt, und der Collimator wird zum nächsten Ende seiner Führung gebracht, so dass der Winkel zwischen beiden ca. 120° beträgt. Auf die Schleifplatte legt man sodann einen Glaswürfel von ca. 2 cm Seitenlänge, ein Glasprisma von genau 90° brechendem Winkel oder einen passenden Krystall, der zwei einander genau unter 90° schneidende Flächen aufweist, mit der einen dieser Flächen auf und zwar in solcher Lage, dass man mit dem Fernrohr das an der zweiten, senkrecht stehenden Fläche des Prismas reflectirte Collimatorbild beobachten kann. Dasselbe muss, wenn die Platte die richtige Stellung hat, vom horizontalen Theile des Fadenkreuzes genau halbirt werden. Man überzeugt sich, dass dies für die ganze Oberfläche der Schleifplatte der Fall ist, indem man das Fernrohr und den Collimator an das andere Ende ihrer Führung bringt, die Lage des Prismas um 90° entsprechend ändert, und wieder beobachtet. Eventuell muss mittelst der Nivellirschrauben der Platte mit einem passend geformten Schraubenzieher justirt werden.

Das Schleifen der ersten Oberfläche einer Platte.

Es sollen im Folgenden vier typische, beim Gebrauch des Instrumentes hauptsächlich in Frage kommende Fälle beschrieben und an Beispielen zweiaxiger Krystalle erläutert werden.

1. Der einfachste Fall ist der eines dem rhombischen Systeme angehörenden Krystalles, der eine wohlausgebildete, die beiden Pinakoide enthaltende Zone zeigt, oder auch nur Prismen und Domen hat. Die Axe dieser Zone möge die Bisectrix sein, zu welcher senkrecht man eine Platte schleifen will; Flächen parallel zu der fraglichen Ebene seien nicht vorhanden oder schlecht ausgebildet. Der Krystall wird mit leicht schmelzbarem, schnell erstarrendem Wachs auf dem Krystallhalter befestigt; er muss gut in das Wachs eingebettet sein, das man, während es noch warm ist, fest an den Krystall und in die Vertiefung des Halters hineindrückt; geschieht dies nicht, so zerbricht der Krystall leicht beim Schleifen. Beim Aufsetzen muss man darauf achten, dass die Axe der erwähnten Zone approximativ parallel der Goniometeraxe justirt ist. Man centrirt und justirt nun endgültig, gerade so

als ob man eine goniometrische Messung vornehmen wollte; eventuell überzeugt man sich durch Messen einiger Winkel, dass man die richtige Zone eingestellt hat.

Während dieser Operationen wird jede senkrechte Bewegung des Krystalles, um ihn auf die Höhe der Fernrohraxe zu bringen, mittelst der inneren Stahlaxe *r* ausgeführt, während die Bronzeaxe *i* in der Weise fixirt bleibt, dass der Arm *p* des Hebels, der sie trägt, auf der Theilkreisplatte aufliegt. Durch Drehen der Schraube *o* muss dem anderen Hebel eine nahezu horizontale Lage gegeben werden. Man wird nun bemerken, dass, während das Ansatzstück des vorderen Hebels auf dem Theilkreise ruht, dessen kurzer, gekrümmter Arm allein die Axe trägt, während die stumpfe Schneide von dem kurzen Arme des horizontalen Hebels etwa $\frac{1}{2}$ cm unterhalb des an der Axe befestigten Ringes sich befindet. Wenn man nun den mit dem Ansatzstück versehenen Hebel vorsichtig hebt, so fällt die Bronzeaxe, bis der Ring auch auf die Schneide des horizontalen Hebels aufstösst, und bei einer weiteren Abwärtsbewegung der Axe wird ihr ganzes Gewicht durch die beiden Hebel balancirt. Alsdann kann man das Gewicht oberhalb des Krystalles je nach der Festigkeit desselben beliebig erhöhen. Die Schleifplatte wird nun auf der Polirplatte befestigt und einige Tropfen eines dünnen Oels auf dieselbe gebracht. Das Oel vertheilt man am besten über den Theil der Oberfläche der Platte, wo das Schleifen stattfindet, mit einem kleinen Pinsel, der an einem beweglichen Gestell befestigt ist; der Pinsel dient zu gleicher Zeit dazu, die Platte und den Krystall zu säubern.

Die innere Axe wird sodann heruntergeschraubt, bis der Krystall nur noch wenig von der Schleifplatte entfernt ist, während man mit der linken Hand den Hebel hinunterdrückt, so dass das Ansatzstück auf dem Theilkreise verbleibt. Der Hebel wird dann sehr vorsichtig gehoben, bis der Krystall die Schleifplatte gerade berührt, die dann in zuerst sehr langsame Rotation versetzt wird. Wenn der Krystall nicht äusserst zerbrechlich ist, kann der horizontale zweite Hebel ausser Action bleiben, bis das Schleifen beinahe vollendet ist, denn der Ring der Axe wird noch einige Millimeter höher sein als die Schneide des zweiten Hebels. Der Maximaldruck auf den Krystall ist dann ungefähr das halbe Gewicht der Axe; die meisten künstlichen Krystalle zerbrechen unter diesem Drucke nicht. Uebrigens kann das Gewicht, mit dem der Krystall auf die Schleifplatte gedrückt wird, sehr gut regulirt werden, indem man das Gegengewicht des Hebels mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand fasst und dasselbe hebt oder einen leisen Druck auf dasselbe ausübt. Wenn der Krystall so weit abgeschliffen ist, dass er mit der Schleifplatte nicht mehr in Contact ist, so stellt man diesen ebenfalls durch vorsichtiges Heben des längeren Hebelarmes wieder her; selbst bei sehr zerbrechlichen Krystallen kann dies öfter geschehen, ohne die Krystallplatte zu verletzen.

Bei ziemlich harten Krystallen, wie Kaliumsulfat, kann man die Wirkung des Gegengewichtes alle paar Secunden ganz aufheben, indem man den Hebel ausser Action setzt, ohne befürchten zu müssen, ein gutes Exemplar zu zerbrechen; doch muss die Drehung der Schleifplatte gleichmässig erfolgen und die Zahl der Umdrehungen pro Secunde darf höchstens zwei sein. Bei noch härteren Krystallen, solchen die eben weicher sind als Glas, kann das Gefäss am oberen Ende der Axe mit Schrotkörnern oder dergleichen beschwert werden, aber das Schleifen muss langsam erfolgen und muss aufmerksam überwacht werden. Wenn im Gegentheil der Krystall sehr weich oder spröde ist, müssen beide Hebel in Action treten, beim horizontalen muss man die Stützschraube niedriger stellen und mittelst des anderen durch Manipuliren des Ansatzes den Druck sorgfältigst reguliren. Bei vollkommener Spaltbarkeit tritt Zersplittern natürlich am leichtesten ein, wenn das Schleifen senkrecht zur Spaltungsrichtung erfolgt.

In allen Fällen ist es gut, bei Beendigung des Schleifens beide Hebel in Action treten zu lassen, weil dann die angeschliffene Fläche glatter wird und man nachher beim Poliren Zeit erspart. Von Zeit zu Zeit nimmt man den Krystallhalter heraus, um nachzusehen, ob der Krystall weit genug abgeschliffen ist; man kann dies ausführen, ohne fürchten zu müssen, die Justirung zu verderben, wenn die Einkerbung im Ansatz des Halters gut in die Führung hineinpasst. Wenn man weit genug abgeschliffen hat, muss man vor Entfernung der Schleifplatte immer noch einmal sich überzeugen, ob der Krystall noch gut justirt ist, indem man ihn mit einem seidenen Tuche von Oel u. s. f. reinigt und mit der Goniometervorrichtung die Bilder der Flächen der eingestellten Zone revidirt. Meist wird die Justirung tadellos geblieben sein; sollte durch zu schnelles Schleifen das Wachs sich etwas erwärmt haben und weich geworden sein, so verschiebt sich zuweilen der Krystall etwas; in diesem Falle muss man neu justiren und wieder eine kurze Zeit schleifen, bis der Fehler behoben ist. Dann entfernt man die Schleifplatte und polirt mittelst der nicht entfernbaren unteren Polirscheibe, die man mit Oel benetzt; der Druck, den sie auf den Krystall ausübt, ist natürlich mit dem Hebel möglichst zu vermindern. Man benöthigt meist zum Schleifen 15 und zum Poliren 5 Minuten und erhält dann eine glasartige Oberfläche; dies ist wichtig, weil man dann die Axenwinkel messen kann, ohne Deckgläschen aufkitten zu müssen.

Auch nach dem Poliren sollte man die Justirung eigentlich immer noch einmal revidiren. Bemerkt muss werden, dass man die Platten niemals beim Schleifen mit einem Lösungsmittel der betreffenden Substanz benetzen sollte, da so die Krystallflächen verätzt werden und ein Revidiren der Justirung illusorisch gemacht wird.

2. Als zweiter typischer Fall mag ein monosymmetrischer Krystall betrachtet werden, an dem die Symmetrieebene vorherrscht; eine Unter-

suchung im convergenten Lichte und Bestimmung der Auslöschungsrichtung mögen ergeben haben, dass die Mittellinie, senkrecht zu der wir eine Fläche anzuschleifen wünschen, einen bestimmten Winkel, kleiner als 45°, mit der Kante der Symmetrieebene und einem Prisma, dem Orthopinakoid, einem Doma oder der Basis bildet. Vier Operationen sind nöthig, um einen solchen Krystall so zu justiren, dass die bekannte Richtung der Mittellinie zur Schleifplatte senkrecht steht. Der Krystall muss zunächst so auf dem Halter festgegossen werden, dass die Flächenzone, welche der soeben erwähnten Kante parallel ist, ungefähr senkrecht zur Schleifplatte steht. In zweiter Linie muss die Symmetrieebene der oberen Tangentenschraube des Justirapparates genau parallel sein. Alsdann muss die ganze Zone genau senkrecht zur Schleifplatte justirt werden und es bleibt als vierte Operation nur übrig, die Tangentenschraube zu drehen und das Segment um die gewünschte Anzahl von Graden zu bewegen, bis die Mittellinie zur Schleifplatte senkrecht steht.

Für alle Fälle, in denen eine Krystallfläche zu einer Tangentenschraube parallel justirt werden soll, ist ein besonderer Krystallhalter vorgesehen, der, nachdem er mit dem Krystall eingefügt ist, um beinahe 90° gedreht und in jeder beliebigen Stellung festgestellt werden kann. Die zwei Theile dieses Halters sieht man in Fig. 1, links von dem gewöhnlichen grossen Halter; in Fig. 3 ist er am Apparat eingesetzt. Er besteht aus einem gekerbten Stahlstabe, ähnlich wie die anderen Halter, und trägt unten einen kleinen compacten Stahlcylinder. Der letztere passt genau in einen äusseren, hohlen, unten geschlossenen Cylinder; die Aussenseite der Endigung ist kreuzweise gekerbt, wie die Platten der anderen Halter, um das Wachs fester zu halten, in das der Krystall eingegossen wird. Dieser hohle Cylinder ist von zwei horizontalen Schlitzen von etwas mehr als 90° Ausdehnung durchbrochen, und zwar auf verschiedener Höhe an entgegengesetzten Seiten des Cylinders. Der äussere wird in seiner Stelle um den inneren Cylinder gehalten durch zwei kleine Schrauben, welche durch die Schlitze auf den compacten Cylinder auftreffen; die Richtung der Schrauben ist ungefähr parallel der oberen Tangenten-Justirschraube, wenn der Halter eingefügt ist. Nach der Justirung des Krystalles können diese Schrauben dazu dienen, den äusseren Cylinder an den compacten Kerncylinder festzuklemmen.

Um die vier oben näher bezeichneten Operationen auszuführen, wird der Krystall auf bekannte Weise am Ende des hohlen Cylinders mit Wachs festgekittet, so, dass die Axe der zu justirenden Flächenzone der Axe des Cylinders nahezu parallel ist, und die Symmetrieebene nahezu parallel steht der Richtung der in der Mitte der Schlitze angebrachten Klemmschrauben. Das Wachs, das man benutzt, wird so schnell fest, dass nur eine grobe Annäherung an die richtige Stellung möglich ist, welche indessen völlig

genügt. Am besten nimmt man die Operation mit eingeschobenem inneren Cylinder vor. Um eine Fläche genau parallel zu einer der Tangentenschrauben zu justiren, wird ein kleines Stück eines Deckgläschens auf der Fläche des niedersten Theiles des unteren Segmentes aufgekittet, unmittelbar oberhalb der Stelle, die der Krystallhalter einnimmt und parallel zu der Ebene, in der sich das Segment bewegt. Bevor man den cylindrischen Krystallhalter befestigt, wird die Axe hinuntergeschraubt, bis die Glasplatte sich in der Höhe der Axe des Fernrohres und Collimators befindet, das von derselben reflectirte Spaltbild wird genau eingestellt und abgelesen. Nun wird der cylindrische Krystallträger befestigt, der Theilkreis auf die obige Ablesung eingestellt, wenn die betreffende Fläche der unteren Tangentialschraube, um 90° entfernt, wenn sie der oberen Tangentialschraube parallel sein soll, und der äussere Cylinder des Krystallhalters wird nun gedreht, bis das von der Krystallfläche reflectirte Spaltbild genau auf das Fadenkreuz einsteht. Justiren kann man mit der zweiten, der Krystallfläche nicht parallelen Tangentialschraube. Dann wird der Cylinder in seiner Bohrung mit den zwei kleinen Klemmschrauben befestigt.

Hat man so die Symmetrieebene parallel zu der oberen Tangentialschraube justirt, so nimmt man mit eben dieser Schraube die Justirung der übrigen Flächen der Zone senkrecht zur Schleifplatte vor. Endlich wird die Stellung des oberen Segmentes an dem daran angebrachten Theilkreise abgelesen und dessen Schraube um den gewünschten Bogen (der Auslöschungswinkel in Bezug auf die Axe der Zone) gedreht, und auf 10′ genau eingestellt, bis die Richtung der Bisectrix senkrecht zur Schleifplatte steht. Schleifen und Poliren wird dann genau wie oben angegeben ausgeführt.

3. Als nächster Fall möge ein rhombischer Krystall betrachtet werden, der ein Pinakoid, sonst nur prismatische, oder Pyramiderflächen zeigt. Es seien die Basis und die vier einer Form angehörigen Prismenflächen entwickelt, und man soll eine Fläche parallel zu einem der nicht vorhandenen Pinakoide schleifen. Dann justirt man die Basis parallel zu der oberen Tangentialschraube und die Zone, die gebildet ist durch die Basis und ein Paar der Prismenflächen senkrecht zur Schleifplatte, wie oben beschrieben. Kennt man den Prismenwinkel, so braucht man die obere Justirschraube nur in der passenden Richtung um die Hälfte dieses Winkels zu drehen, um das gewünschte Pinakoid in parallele Lage zur Schleifplatte zu bringen. Ist der Prismenwinkel sehr spitz, so dass man um einen grossen Winkel drehen muss, so stellt man die obere Justirschraube nicht auf Null, sondern auf einen Winkel in der entgegengesetzten Richtung von derjenigen, in welcher die Drehung erfolgen muss, ein.

Ganz analog ist zu verfahren, wenn ein rhombischer Krystall überhaupt

keine Symmetrieebene zeigt; man justirt dann eine passende Fläche zu einer der Justirschrauben und dreht um den Winkel, den man zuvor berechnet hat, in der passenden Richtung.

4. Hat man einen monosymmetrischen Krystall, an dem die Symmetrieebene gar nicht, sondern nur prismatische Formen entwickelt sind, so wird die in Fig. 3 abgebildete specielle Form des Justirapparates gute Dienste leisten. Man schleift dann die Symmetrieebene an, indem man einfach ein Flächenpaar aus der Orthodomenzone senkrecht zur Axe des Instrumentes justirt. Hat man aber eine Fläche senkrecht zu einer optischen Elasticitätsaxe zu schleifen, die, der Symmetrieebene parallel, einen Winkel von weniger als 45° mit der Verticalaxe des Krystalles bildet, so verfährt man nach Fall 2, wenn die Symmetrieebene entwickelt ist; wenn das Orthopinakoid ausgebildet ist, bietet der Fall ebenfalls keinerlei Schwierigkeit. Sind indessen nur prismatische Flächen in der Verticalzone vorhanden, so ist es einleuchtend, dass zwei zu einander senkrechte Drehbewegungen nicht ausreichen, um die Mittellinie in eine verticale Lage zu bringen, doch kann man die Symmetrieebene leicht in ihre richtige Lage bringen durch zwei gleiche Bewegungen in Ebenen, welche gleich geneigt sind gegen die Symmetrieebene. Der besondere Justirapparat, mittelst dessen die untere Kreisbewegung in irgend eine gewünschte Neigung zur Ebene der oberen gebracht werden kann (für gewöhnlich bilden beide einen Winkel von 90° mit einander), setzt uns in den Stand, dies auszuführen. Es ist nur nothwendig, die beiden Justirbewegungen zwei Prismenflächen derselben Form parallel zu stellen, je eine auf jeder Seite der Symmetrieebene, und die Segmente mit Hülfe der Tangentialschraube um die berechnete Zahl von Graden zu drehen. Die Berechnung ist eine sehr einfache, da ja der Gesammtbetrag der gewünschten Drehung in der Symmetrieebene (der Auslöschungswinkel) und die Neigung der beiden Kreisbewegungen gegen diese Fläche bekannt ist. Um die Bewegungen den beiden Prismenflächen parallel zu stellen, genügt es, die eine der unteren Tangentialschrauben in bekannter Art parallel zu stellen, und dann anfangend vom Nullpunkte des Theilkreises (beide Bewegungen parallel) die untere gegen die obere um die dem bekannten Prismenwinkel entsprechende Anzahl von Graden zu drehen, die auf dem kleinen horizontalen Theilkreise an der Justirvorrichtung abzulesen sind. Zu empfehlen ist, den Krystall schon von vornherein so richtig als möglich aufzukitten.

Man kann auch auf andere Weise noch bequemer zum Ziele gelangen. Eine der Prismenflächen wird der unteren Tangentialschraube parallel gemacht, hierauf das untere Segment um das obere um den Winkel zwischen Prisma und Symmetrieebene so gedreht, dass die letztere der oberen Tangentialschraube parallel steht. Man justirt dann die Prismenzone genau parallel zur Rotationsaxe, und kann dann die betreffende Bisectrix ohne

weiteres durch Drehung des oberen Segments um die Auslöschungsrichtung in eine senkrechte Lage zur Schleifplatte bringen.

Schwieriger als die beschriebenen Fälle ist natürlich ein trikliner Krystall zu behandeln, und eine allgemeine Vorschrift für einen solchen Fall kann selbstredend nicht gegeben werden. Am besten verfertigt man sich eine exacte sphärische Projection des Krystalles, in die man die vorhandenen Flächen, die optischen Mittellinien und Axen einträgt; nach einiger Uebung kann man mit Hülfe einer solchen Projection rein mechanisch mittelst der an dem Instrument angebrachten Justirvorrichtungen und Theilkreise die gewünschte Richtung senkrecht zur Schleifebene bringen.

Schleifen der zweiten Fläche parallel zur ersten.

Ist eine Fläche fertig geschliffen, so kann man die zweite mit dem Eingangs erwähnten kleinen Apparate von Fuess parallel anschleifen; bequemer und genauer lässt sich dies jedoch mit meinem Apparate mit Hülfe eines besonders zu diesem Zwecke construirten Krystallhalters erreichen.

Zunächst muss man den Krystall mit der angeschliffenen und gut polirten Fläche auf ein kreisförmiges, planparalleles Glasscheibchen aufkitten, das etwa $\frac{3}{4}$ cm Durchmesser hat und wovon man am besten eine grössere Zahl aus dünnstem Objectträgerglase sich schneiden lässt; Deckgläschen sind zu zerbrechlich. Als Kittmittel verwendet man harten Canadabalsam, den man, wenn eine Veränderung der Krystallsubstanz nicht zu befürchten ist, auf 60—70° erhitzt; sonst muss man eine Benzollösung von Canadabalsam verwenden und warten, bis derselbe bei gewöhnlicher Temperatur hart geworden ist, was im Allgemeinen nicht länger als 12—24 Stunden dauert. Hat man den Krystall so auf die Glasplatte aufgekittet, so setzt man dieselbe in den Träger ein, der kurz beschrieben werden soll.

Er besteht aus zwei Theilen, die man in Fig. 1 vorn auf dem Tische etwas rechts sieht. Der obere Theil (rechts in der Figur) besteht aus einer dicken Messingscheibe, $2\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser, die eine Seite ist genau eben gearbeitet und auf der anderen ist in der Mitte ein gekerbter Stahlansatz wie bei den anderen Haltern genau senkrecht eingesetzt. Auf derjenigen Seite, auf welcher sich der Ansatz befindet, ist eine niedrige Kappe von weissem, hartem Metall mit drei Schrauben befestigt; sie überdeckt die dicke Scheibe bis zur Hälfte und dehnt sich nach auswärts etwa 0,6 mm in eine der ebenen Oberfläche parallele Flansche aus. Diese Flansche ist an drei symmetrisch gelegenen Punkten durchbohrt. Der untere Theil, ganz von sehr hartem, weissem Metall gearbeitet, gleicht der Kappe in der Form, und die unbedeckte untere Hälfte der dicken Scheibe

passt sehr genau hinein; die äussere Flansche ist von gleichem Durchmesser wie die der Kappe und trägt drei feste Schrauben, die durch die Löcher der oberen Kappe hindurchgehen. In der Mitte der unteren Kappe ist eine runde Vertiefung, in welche die Glasplättchen hineinpassen. Ein etwas kleineres concentrisches Loch ist hineingeschnitten; die Dicke der Kappe ist so gewählt, dass der kleine Ring, der bleibt, um die Glasplättchen zu tragen, etwa papierdick ist.

Will man den Träger benutzen, so fügt man die obere Hälfte unten in das Instrument ein, justirt die ebene Oberfläche der Messingscheibe parallel zur Schleifplatte, indem man hinter der letzteren einen weissen Schirm aufstellt und zwischen den beiden einander sehr genäherten Ebenen durchvisirt. Dann fügt man die untere Hälfte mit der Glasplatte und dem Krystalle ein, letzterer durch das Loch hervorragend, schraubt mit drei Schraubenmuttern die beiden Theile des Halters aneinander und schleift wie oben angegeben, bis die Krystallplatte die gewünschte Dicke hat, um die Interferenzfigur im convergenten Lichte gut zu zeigen. Wenn man die Platte gut aufgekittet hat, so werden die zwei Flächen schön parallel werden; natürlich kann man mit der Goniometervorrichtung meist an den vorhandenen Krystallflächen prüfen, ob der Krystall die richtige Stellung hat.

Die Dünne der so erhaltenen Platten ist natürlich beschränkt durch die Dicke des Ringes, auf welchem die Glasplatte aufliegt; selten wird die Doppelbrechung so stark sein, dass man die Platte nicht genügend fein erhält. Sollte dies einmal vorkommen, so kann man die Glasplatte direct auf die ebene Fläche der Messingplatte aufkitten.

Man entfernt, wenn man mit Schleifen und Poliren fertig ist, die Krystallplatte vom Glase durch Auflösen des Balsams in Benzol und kittet sie auf ein schmales Glasplättchen oder besser hält sie in einer kleinen Pincette aus Platinblech fest, um den optischen Axenwinkel zu messen. Soll dies in α-Bromnaphtalin geschehen, so kittet man am besten mit Marineleim (marine glue) auf, da Canadabalsam gelöst werden würde.

Das Schleifen von Prismen.

Diese Operation kann eben so schnell und einfach ausgeführt werden, wie das Schleifen von Platten. Meist wird man eine Prisma von etwa 60° brechendem Winkel brauchen, dessen Ebenen gleich geneigt sind gegen eine Haupt-Elasticitätsfläche. Man justirt dann diese Ebene parallel zur Schleifplatte und die Kante des Prismas parallel zur unteren Tangentialschraube. Dann dreht man die obere Schraube um 30°, schleift eine Fläche an, entfernt den Krystall vom Halter, setzt ihn in umgekehrter Stellung wieder ein, justirt wie oben, dreht um 30° und schleift die zweite Prismenfläche an. Wenn der Krystall nicht sehr klein ist, so kann man auf beiden

Seiten je ein Prisma anschleifen und Controllmessungen vornehmen, was manchmal empfehlenswerth ist. Auch ist es ganz leicht, ein anderes Prismenpaar, symmetrisch zu einer anderen optischen Elasticitätsebene anzuschleifen, so dass alle drei Brechungsexponenten an einem Krystall bestimmbar sind.

Das Bedecken der Prismenflächen mit Deckgläschen hat sich durchweg als unnöthig erwiesen; die Spaltbilder, welche die angeschliffenen Flächen reflectiren, sind immer schon hell und ganz einheitlich.

Zum Schlusse mag bemerkt werden, dass zum Schleifen harter Körper, natürlich vorkommender Krystalle, das Instrument nicht gebraucht werden kann; der Verfasser wird in Kurzem einen für diesen Zweck construirten ähnlichen Apparat beschreiben.

Der Verfasser spricht dem »Research Fund Committee« der Chemical Society, welcher die Kosten für die Construction bewilligte, seinen Dank aus; das Instrument wurde construirt von Troughton und Simms in London.

XIX. Ueber ein Präcisionsinstrument zur Herstellung von monochromatischem Lichte von beliebiger Wellenlänge und dessen Gebrauch bei der Feststellung der optischen Eigenschaften von Krystallen.

Von

A. E. Tutton in London.

(Hierzu Tafel VIII und 8 Textfiguren.)

Bei der optischen Untersuchung von Krystallen ist es von grossem Vortheil, ein einfaches Mittel zu haben, das Gesichtsfeld des Beobachtungsinstrumentes mit Licht irgend einer beliebigen Wellenlänge zu erleuchten. Das rothe, gelbe und grüne monochromatische Licht, das ausgestrahlt wird von glühenden Salzen von Lithium, Natrium und Thallium, wurde bisher für genügend erachtet, die meisten krystallographischen Untersuchungen auszuführen. Die Nachtheile der Anwendung einer solchen monochromatischen Lichtquelle sind dreifach. In erster Linie ist es sehr schwierig, die letzten Spuren des verhältnissmässig sehr stark leuchtenden Natriums aus dem Lithiumsalz zu entfernen. Die Beimischung von gelbem zum rothen Lichte ist höchst unbequem, wenn man nach der Methode der Totalreflexion die Brechungscoëfficienten bestimmt und wenn man den optischen Axenwinkel zweiaxiger Krystalle durch Berechnung der Entfernung der Hyperbelbüschel in den Interferenzfiguren bestimmt. Im letzteren Falle ist die Wirkung selbst von kleinen Mengen Natrium bei geringer Dispersion der Axen derart, dass die hyperbolischen Büschel nicht mehr wohldefinirt erscheinen. Es sind Interferenzfiguren für zwei Farben vorhanden, und daher ist es nicht möglich, für das rothe Licht den Axenwinkel genau zu bestimmen. Der zweite Nachtheil ist der, dass die Thalliumdämpfe, welche bei der Herstellung des grünen monochromatischen Lichtes entstehen, sehr giftig sind und infolge dessen die Lichtquelle hinter einem Schirme angebracht werden muss, was mit Unbequemlichkeiten verknüpft

ist. Die dritte und am meisten in's Gewicht fallende Unannehmlichkeit ist die, dass die Beobachtungen auf drei Wellenlängen beschränkt bleiben, und zwar besteht zwischen diesen Wellenlängen ein verhältnissmässig grosser Abstand. Ausserdem können Beobachtungen für Farben aus dem blauen Ende des Spectrums nicht ausgeführt werden. Für Substanzen, deren Krystalle eine geringe Dispersion der Axen zeigen, kann man vielleicht Beobachtungen aus den drei genannten Lichtquellen als genügend erachten, obwohl eine Vollständigkeit auch in diesem Falle nicht erreicht wird. Dagegen für zahlreiche Substanzen, welche eine so grosse Dispersion zeigen, dass beträchtliche Differenzen des optischen Axenwinkels für verschiedene Farben auftreten, sind Messungen mit den drei genannten Lichtquellen vollkommen ungenügend. Ausserdem kommen Fälle vor, beispielsweise bei Brookit, beim rhombischen Tartrat von Natrium, Kalium und Ammonium und dem monosymmetrischen Aethyltriphenylpyrrol, die vor drei Jahren von mir beschrieben wurden, bei welchen die Dispersion so gross ist, dass die Axenebene für rothes Licht senkrecht zu derjenigen für blaues Licht steht. Deshalb sind Beobachtungen mit den drei genannten Farben nicht im Stande, einen Ueberblick zu geben über die interessantesten optischen Verhältnisse solcher Substanzen. Es liegt daher auf der Hand, dass es für die vollständige Untersuchung der optischen Eigenschaften von Krystallen äusserst wünschenswerth ist, ein Instrument zu haben, welches die sämmtlichen Farben des Spectrums der Reihe nach zur Verfügung stellt. Ein Schritt vorwärts wurde von Fuess gemacht mit seinem grossen Axenwinkelgoniometer. Vor dem Objectiv des Polarisationsinstrumentes ist ein kleines Prisma und ein Collimatorrohr aufgestellt, die so arrangirt sind, dass das Licht einer Lampe, das durch einen Spalt im Collimator fällt, durch das Prisma in ein Spectrum dispergirt wird, welches in dem Gesichtsfelde des Beobachtungsinstrumentes ganz zur Erscheinung kommt. Das Prisma kann gedreht, der Betrag dieser Drehung kann an einem Mikrometer abgelesen werden. Die Ablesungen an diesem Mikrometer sollen correspondiren mit dem Fadenkreuze des Polarisationsinstrumentes, auf welches die Hauptlinien des Sonnenspectrums eingestellt werden, so dass Licht irgend einer Wellenlänge in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht werden kann, wenn man das weisse Licht einer Lichtquelle benutzt. Beim praktischen Gebrauche finde ich diese Vorrichtung ungenügend. Die geringste Ungenauigkeit in der Bewegung der Schraube bringt einen sehr grossen Fehler bei der Einstellung für eine Fraunhofer'sche Linie mit sich. Aber selbst wenn die Schraube tadellos geschnitten ist, so ist es sehr unangenehm, dass das ganze Spectrum auf einmal im Gesichtsfelde sichtbar ist. Obwohl eine ziemlich gute Annäherung erreicht werden kann, wenn die Dispersion der Axen für verschiedene Farben nicht beträchtlich ist, so wirkt es doch störend, dass die Ringe und Lemniscaten, welche die Axen umgeben, mehr

oder weniger verzerrt erscheinen je nach dem Betrage der Dispersion. Die Verzerrung wird hervorgebracht durch andere Theile des im Gesichtsfelde befindlichen Spectrums. In Fällen, wo die Dispersion der Axen gross ist, kann man die Methode überhaupt nicht gebrauchen, denn die Interferenzfiguren werden ganz unverständlich.

Der in Folgendem zu beschreibende Apparat gestattet nun, das ganze Gesichtsfeld des optischen Instrumentes gleichmässig mit Licht von nahezu einer bestimmten Wellenlänge zu erleuchten. Die Idee dazu stammt von Abney*) her und wurde sowohl von ihm, als auch in Gemeinschaft mit Festing**), bei den Untersuchungen über Farbenphotometrie verwendet.

Abney's Arrangement besteht hauptsächlich aus einem Spectroskop mit zwei Prismen, doch ist das Ocular des Beobachtungsfernrohres durch einen Schirm ersetzt, auf den das Spectrum geworfen wird und der durchbrochen ist von einem beweglichen und justirbaren Spalt, durch den irgend ein beliebiger Antheil des Spectrums hindurchgehen kann. Dieser Lichtbüschel von monochromatischem Licht fällt auf eine Linse von verhältnissmässig grossem Durchmesser und von solcher Brennweite, dass ein Bild der nächsten Fläche des zweiten Prisma auf einen Schirm projicirt werden kann, welchen man zu beleuchten wünscht, und zwar in Form einer einfachen Lichtfläche, die um so weniger Wellenlängen umfasst, je näher sie dem Spalte steht. Die Stellung des Schirmes im Verhältniss zu derjenigen der Linse ist derart, dass die auf einander folgenden farbigen Lichtflächen alle dieselben gleichgrossen Theile des Schirmes erleuchten.

Die zu beschreibende Anordnung, welche im Princip derjenigen von Abney ähnlich ist, unterscheidet sich von ihr in gewissen wichtigen Einzelheiten, die durch die Eigenheit krystallographischer Untersuchungen nöthig gemacht wurden. Die Hauptverschiedenheiten und Neuerungen sind die folgenden:

1) Statt einen durchsichtigen Schirm zu beleuchten, muss man bei krystallographischen Untersuchungen ein Bündel von monochromatischem Licht zur Verfügung haben, welches das Feld eines optischen Instrumentes z. B. des Polarisationsinstrumentes vom Axenwinkelapparate direct beleuchtet. Daher ist die grosse Linse, die von Abney benutzt wurde, um den Schirm zu beleuchten, zu entfernen und das Objectiv des Beobachtungsinstrumentes ungefähr 2½ cm vom Ausgangsspalt entfernt aufzustellen, um das ganze austretende monochromatische Licht auszunützen und Raum zu sparen.

2) Anstatt eines beweglichen Spaltes, welcher, da die Linse eliminirt ist, eine höchst unbequeme Bewegung des Beobachtungsinstrumentes noth-

*) Phil. Mag. 1885, **20**, 172.

) Phil. Trans. **177, 423.

wendig machte, um Licht von allen möglichen Farben einfallen lassen zu können, ist der Ausgangsspalt fest anzubringen.

3) Die verschiedenen Farben des Spectrums müssen der Reihe nach durch den festen Spalt durchtreten, indem man den Dispersionsapparat rotiren lässt. Der letztere besteht, statt wie bei Abney aus zwei Prismen, aus einem grossen Prisma von 60° brechendem Winkel, dessen Flächen fast sämmtliches Licht einer Collimatorlinse von 5 cm Durchmesser aufnehmen können und die gleiche Linse des Ausgangsrohres mit dem dispergirten Strahl beleuchten. Es ist klar, dass ein einzelnes Prisma bedeutend bequemer ist, wenn Drehung desselben nothwendig ist. Der Nachtheil geringerer Dispersion wird dadurch vermieden, dass man ein Prisma von sehr grosser brechender Kraft verwendet. Doch darf dasselbe durchaus nicht gefärbt sein, damit das violette Ende des Spectrums nicht absorbirt wird.

4) Indem man ein Ocular dem Ausgangsspalt gegenüber einfügt, kann das optische Rohr, welches den letzteren trägt, zeitweise in ein Fernrohr verwandelt werden, um Fraunhofer'sche oder Metalllinien zu beobachten. Die Backen des Ausgangsspaltes wirken, wenn sie sehr nahe an einander stehen, ähnlich wie parallele, verticale feine Linien, in deren Mitte, wenn das Ocular genau eingestellt ist, irgend eine Fraunhofer'sche oder Metalllinie durch entsprechende Drehung des Prismas eingestellt werden kann. Eine feine Theilung des Kreises, welche an letzterem angebracht und mit einem Nonius versehen ist, gestattet, die Stellung für beliebig viele Linien direct abzulesen. Man notirt sich die Ablesungen am besten in einer Tabelle und stellt sie graphisch in einer Curve dar. Da Collimator und Teleskop fest geklemmt sind, braucht man nur den Theilkreis auf entsprechende Theilung einzustellen, für die man die Wellenlängen ermittelt hat, und nach Entfernung des Oculars den Collimatorspalt mit Strahlen irgend einer beliebigen Lichtquelle zu beleuchten. Das aus dem Ausgangsspalt austretende Licht wird dann die gewünschte Wellenlänge haben.

5) Das schmale Band von monochromatischem Licht, welches durch den Ausgangsspalt durchtritt, erscheint im Instrumente als eine stark leuchtende gefärbte Linie, die den senkrechten Durchmesser des Gesichtsfeldes bildet. Dadurch, dass man einfach eine Platte von fein angeschliffenem Glase direct vor das Objectiv des Beobachtungsinstrumentes einschiebt, wird diese Lichtlinie in diffuses Licht verwandelt, so dass das Gesichtsfeld des Instrumentes gleichmässig und hell mit monochromatischem Licht derjenigen Wellenlänge beleuchtet wird, welche durch den Spalt hindurchdringt.

Ich gehe nun zu den Einzelheiten über.

Construction des Instrumentes.

Die ganze Einrichtung ist so getroffen, dass so viel Licht als möglich durchgeht, damit, wenn die beiden Spalte sehr genähert sind, bei der Benutzung von Sauerstoffleuchtgaskalklicht oder einer anderen ähnlichen energischen Lichtquelle der kleine Theil des Spectrums das Gesichtsfeld des Beobachtungsinstrumentes noch gut beleuchtet, nachdem es auf dem geschliffenen Glase diffus gemacht worden ist. Man kann dann das Licht der G-Linie im Blauviolett und bei Anwendung Auer'schen Glühlichtes noch das Licht der F-Linie verwenden. Das Instrument mit Zubehör ist in Tafel VIII, Fig. 1 abgebildet. Die beiden optischen Röhren sind in jeder Beziehung ähnlich, so dass beide als Collimator verwendet werden können. Sie sind etwa 25 cm lang, da der Spalt in jedem Falle in den Brennpunkt der achromatischen Linse für eine Brennweite von 22,5 cm Brennweite und 5 cm Durchmesser gebracht wird. Die beiden Linsen der achromatischen Combination sind nicht an einander gekittet, sondern werden von Metallträgern gehalten und sind wenig von einander durch einen Messingring getrennt, so dass dazwischen sich eine Luftschicht befindet. Diese Vorrichtung ist angebracht worden, um die lästige Einfügung einer die Wärme absorbirenden Flüssigkeit zu vermeiden. Die sphärische Aberration wurde annähernd corrigirt, indem man die Oberfläche der Crownglaslinse etwas von der Kugelform abweichen liess, und die endgültigen Correctionen für sphärische und chromatische Aberration wurden durch

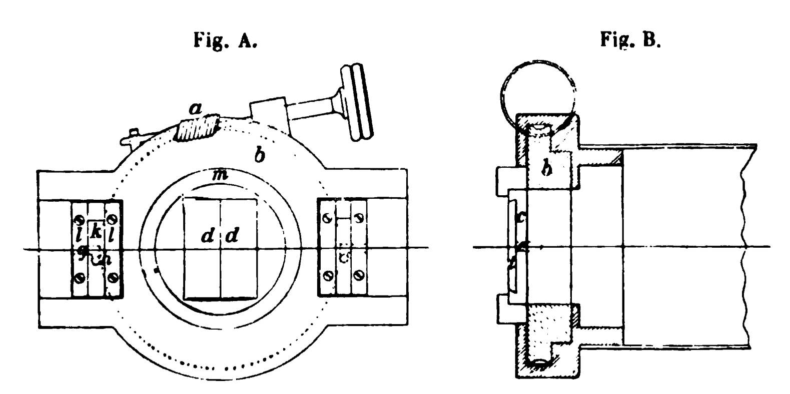
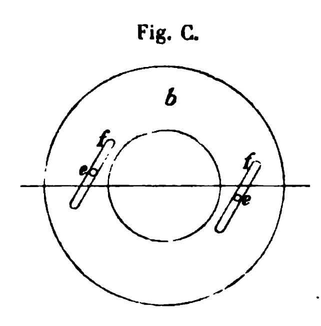


Fig. A. Fig. B.

Justirung der Entfernung der beiden Linsen ausgeführt. Der grosse Durchmesser von 5 cm, combinirt mit der kleinen Brennweite von 25 cm gestattet das Durchpassiren von viel Licht, um das Instrument möglichst compendiös zu machen. Der Spalt jeder der Röhren ist angebracht am Ende einer inneren Röhre, die in dem äusseren weiten Rohre, das die Linsencombination trägt, mittels eines Triebes und einer Zahnstange bewegt werden kann.

Der Spalt ist so construirt, dass die beiden Backen sich symmetrisch in entgegengesetzten Richtungen beim Aufschrauben bewegen. Dies ist nöthig, damit das Licht der Wellenlänge, für die der Theilkreis des Prismas eingestellt ist, immer in der Mitte zwischen den beiden Spaltbacken bleibt. Fig. A, B, C (halbe Grösse) zeigen, wie dies erreicht wird. Das Princip liegt in einer endlosen Schraube und einem Rade, in welches zwei gleiche Vertiefungen nach entgegengesetzten Seiten des Mittelpunktes eingeschnitten sind, die durch Hülfe von Gleitstiften die mit den Spaltbacken gewünschte gleichmässige, entgegengesetzte Bewegung der letzteren hervorbringen. Fig. A zeigt den Spalt von vorne; *a* ist die endlose Schraube und *b* das gekerbte Rad. Fig. B zeigt den Querschnitt durch das Spaltrohr. Man sieht das Rad *b* in seiner Montirung, den Schlitten *c*, welcher die Backen aus hartem Weissmetall trägt, und den Stift *e*, der im Schieber befestigt ist und deren Bewegung durch die Einschnitte in dem Rade dirigirt wird. Fig. C ist eine Abbildung des Rades, welches in *f* die Kerben zeigt, welche den Schlitten mit Hülfe der Stifte bewegen.

Fig. C.



Ferner ist dafür gesorgt, dass die Backen von Weissmetall ganz entfernt werden können, um den einzelnen Spalt durch zwei oder mehrere zu ersetzen, wenn es wünschenswerth erscheint, zusammengesetztes Licht aus bestimmten Theilen des Spectrums anzuwenden. Dies ist nützlich, wenn man den Effect solchen zusammengesetzten Lichtes auf die Interferenzfiguren von Krystallen beobachten will, deren Dispersion der optischen Axen für verschiedene Farben so gross ist, dass die Axenebenen für Blau und Roth senkrecht zu einander stehen. Das Studium solcher Figuren im zusammengesetzten Lichte ist wichtig, um die Natur der bemerkenswerthen Figuren kennen zu lernen, die man im weissen Lichte beobachtet. Zu diesem Zwecke werden die Backen nicht direct durch das Rad bewegt, sie werden in Contact mit dem Schlitten *c* gehalten, welch' letztere direct bewegt werden durch Gleiten in einer schwalbenschwanzförmigen Nuth, wie man in Fig. B sieht. Wenn ihre Schneiden gerade über die Enden der Schlitten hinausgebracht werden, so werden sie mit Hülfe eines einfachen Schliessapparates (Fig. A) fest aneinandergepresst. In den Schlitten *c* ist eine L-förmige Vertiefung geschnitten, in welcher ein Stift *h* gleitet, der von der Backe getragen wird. Dieser Stift ist nicht an der Backe selbst befestigt, sondern in einem kurzen Schlitten *k*, der mit umgebogenen Ecken versehen ist, um eine genügende senkrechte Bewegung zwischen zwei Führern *l* hervorbringen zu können; so kann der Stift auf die Höhe des

horizontalen Theiles des Einschnittes gehoben werden, wenn man den Spaltbacken schnell wegziehen will. Um den Spaltbacken wieder in die Stellung zu bringen, muss man ihn nur wieder in der schwalbenschwanzförmigen Nuth gleiten lassen, bis der Stift das Ende des horizontalen Theiles der Einkerbung erreicht. Es ist dafür gesorgt, dass er leicht gleitet, ohne sich zu klemmen, und zwar so, dass man eine gebogene Feder in einer passenden Nische an der oberen Ecke anbringt, so dass dieselbe leicht gegen die Oberführung drückt. Der Schlitten *k* wird dann hinuntergeschoben, so dass er den Stift zum verticalen Theile des Einschnittes bringt, wenn der Spaltbacken fest an den Schieber *c* angedrückt wird. Stift und Einschnitt passen so gut zusammen, dass der Spaltbacken, wenn geschlossen, in Bezug auf den Schlitten immer genau dieselbe Stellung einnimmt.

Abney hat eine sehr sinnreiche Vorrichtung an seinem Apparate angebracht, die aus einer complicirten Metallconstruction von mehreren beweglichen und justirbaren Spalten besteht. Diese Vorrichtung ist für unseren Zweck unpraktisch, weil sie eine Neujustirung mit Hülfe einer Fraunhofer'schen Linie nach jeder Benutzung verlangt, und ich habe es daher vorgezogen, diese Vorrichtung aus mehreren Spalten unbeweglich in einer einfachen, aber sehr genauen Weise zu construiren, welche unter der Ueberschrift »Herstellung und Gebrauch von zusammengesetztem Lichte« näher beschrieben werden soll.

Die volle Weite, d. h. die längste Dimension der Oeffnung des Spaltes von jenem optischen Rohre ist 2,5 cm. Diese verhältnissmässig grosse Oeffnung soll nicht regelmässig benutzt werden, sondern ist vorgesehen zum Gebrauch bei Beobachtungen an unvollkommen durchsichtigen Krystallen, wenn es von Vortheil ist, eine entsprechend grosse Lichtmenge zur Verwendung zu bringen. Mit einem Spalt von 2,5 cm Länge ist es natürlich unmöglich, eine leichte Krümmung der Spectrallinien zu vermeiden. W. H. M. Christie*) hat gezeigt, dass diese Krümmung durch Justirung der Prismen nicht vermieden werden kann und dass sie mit der Zahl der Prismen wächst. Daher ist sie am geringsten, wenn man ein einzelnes Prisma anwendet. Die Linien sind schwach concav gegen die Senkrechte auf der Einfallfläche des Prisma. Besondere Sorgfalt muss darauf verwendet werden, dass die Linsencombination gut eingefügt wird, damit die Krümmung nicht durch Mangel an Parallelismus des einfallenden Lichtes vermehrt wird. Die schwache Abweichung von vollständiger Einfarbigkeit des aus dem zweiten Spalt austretenden Lichtes, welche von dieser schwachen Krümmung der Lichtlinien verursacht wird, wirkt beim praktischen Gebrauche nicht störend auf die Messung optischer Axenwinkel von Krystallen, deren Dispersion der Axen zwischen Roth und Blau 5° nicht übersteigt, und die sehr helle Beleuch-

---

*) Roy. Astron. Soc. Monthly Notices 1874, 263.

tung des Gesichtsfeldes beim Gebrauch des 2,5 cm-Spaltes ist ein grosser Vortheil, wenn die Krystalle nicht sehr durchsichtig sind. Zum Gebrauch bei durchsichtigen Platten und in allen Fällen, wo die Dispersion den eben genannten Betrag erreicht oder überschreitet, sowie zum Gebrauch bei Bestimmungen von Brechungsexponenten nach der Prismenmethode ist eine Reihe von vier Blenden vorgesehen, die kreisförmige Oeffnungen von resp. 1,5, 1,25, 1 und 0,6 cm haben, wodurch die Weite des Spaltes entsprechend vermindert werden kann. In den meisten Fällen wendet man wohl die kleinste Blende von 0,6 cm an, weil die Spectrallinien dann vollkommen gerade sind. Die Blenden sind auf einer Seite mit einer leichten Feder versehen, um sie in der richtigen Stellung in der rechtwinkligen Nuth vorne im Spalt zu erhalten. Zwei davon sieht man in Tafel VIII, Fig 1 auf dem Instrumententische liegen. Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes bei Anwendung von Drummondlicht ist genügend, um genaue Messungen der Axenwinkel und Brechungsexponenten mit *F*-Licht auszuführen, selbst wenn der Spalt nahezu geschlossen ist. Sind die Platten und Prismen durchsichtig, so erhält man auch gute Resultate mit *G*-Licht. Hat man kein Drummondlicht zur Verfügung, so kann man dasselbe durch ein Auersches Glühlicht ersetzen, muss dann jedoch wegen der geringeren Lichtstärke die Spaltöffnung etwas vergrössern. Die Spaltplatte jeder der optischen Röhren endigt in einen etwas vorspringenden Ring, *m* in Fig. A, von etwa 4 cm Durchmesser, der mit einem Schraubengewinde versehen ist, um eines von den drei dem Instrumente beigegebenen Ocularen einzuschrauben, welche resp. 2, 4 und 6 mal vergrössern. Die Oculare sind so construirt, dass man den Spalt direct scharf beobachten kann, so dass die beiden Schneiden des letzteren dazu dienen können, um die Spectrallinien mit Hülfe jener Oculare einzustellen. Jede der optischen Röhren kann unabhängig um die Axe des Instrumentes gedreht und mit Klemmschrauben in jeder Stellung an dem unteren Kreise befestigt werden, der einen Nonius trägt und an der mittleren Säule des Instrumentes befestigt ist. Seine Ebene muss natürlich genau senkrecht zur Rotationsaxe der optischen Röhren des Prisma stehen. Das Prisma ist auf einem drehbaren Theilkreise parallel zum unteren Kreise aufgestellt. Der obere Theilkreis ist in 180° eingetheilt und zwar direct auf halbe Grade. Mit der Noniusablesung kann man die einzelnen Minuten bestimmen. Dieser Theilkreis kann auf irgend welche Ablesung mit Hülfe der Klemmschrauben befestigt werden, die man in Fig. 1 vorne vor dem Prisma sieht. Eine Feinstellvorrichtung, die leicht entfernt werden kann, wenn man sie nicht braucht, zeigt Tafel VIII, Fig. 4. Diese Mikrometervorrichtung, die in bekannter Weise construirt ist, gestattet durch Rotirung der feingeschnittenen Schrauben auf dem Theilkreise einen Bogen von 7° zu durchmessen, was genügt, um das ganze Spectrum von der *A*-Linie bis etwas über die *G*-Linie hinaus an dem Ausgangs-

spalt vorbeipassiren zu lassen. Das Prisma ist mit einer passend gebogenen Klammer und Schraube fest an dem drehbaren Kreise angebracht. Zwischen Schraube und Prisma befindet sich eine kleine federnde Metallplatte, damit das Glas nicht verletzt wird. Der untere Theil der Klammer kann als Handhabe benutzt werden, um Prisma und Theilkreis zu drehen, wenn die Feinstelleinrichtung nicht in Gebrauch ist. Das 60°-Prisma ist grösser als gewöhnlich, die Flächen sind 22,5 bei 12,5 cm gross, und zwar zu dem Zweck, möglichst viel Licht zu erhalten. An meinem Apparate ist schweres Flintglas von Chance verwendet, welches die höchstmögliche Dispersionskraft besitzt, ohne irgend gefärbt zu sein. Es giebt eine Grenze der anwendbaren Dispersion; denn wenn dieselbe zu hoch wird, wie dies bei dem sehr schweren letzthin in Anwendung gekommenen Glase der Fall ist, so kann man das ganze Spectrum nicht an dem Ausgangsspalt durch Rotation des Prismas vorbeipassiren lassen, ohne ziemlich viel Licht durch Reflexion von der Einfallsfläche zu verlieren. Die Forderungen, die man an das Prisma stellen muss, sind daher folgende: Es muss farblos sein, um das blaue Ende des Spectrums vollkommen durchzulassen, und die Dispersion muss derart sein, dass das ganze Spectrum zwischen *A* und *H* am Spalt durch Rotation des Prismas vorbeipassiren kann, ohne dass ein Verlust durch Reflexion entsteht. Das Chance'sche Flintglas erfüllt diese Bedingungen. Die beiden Prismenflächen müssen genau eben, sowie genau senkrecht zur Basis sein. Die hohen Kosten eines solchen Prismas werden compensirt durch den grossen Vortheil einer guten Lichtstärke. Fraunhofer'sche und Metalllinien können mit diesem Prisma äusserst genau bestimmt werden bis zum äussersten Violett. Schon das zweimal vergrössernde Ocular trennt die *D*-Linien deutlich, das vierfach vergrössernde zeigt sie einen halben, das sechsfach vergrössernde fast einen Millimeter von einander entfernt.

Zur Beobachtung der Fraunhofer'schen Linien ist ein kleiner Spiegel angebracht, um Sonnenlicht in den Collimator hineinzureflectiren. Derselbe kann mittels eines Ringes, an welchem er befestigt ist, auf den Vorsprung an der Spaltplatte, wie im Falle der Oculare, aufgeschraubt werden. Er ist nach vier Richtungen beweglich. Die Einrichtung ist aus der Abbildung in Taf. VIII, Fig. 1 links auf dem Tische zu ersehen. Die Platte von mattem Glase, die das monochromatische Licht diffus macht, wird vortheilhaft in ähnlicher Weise wie dieser Spiegel vor dem Ausgangsspalt des Apparates angebracht. Man sieht die Vorrichtung auf Tafel VIII, Fig 1 auf dem Tische ganz rechts. Der Ring trägt einen viereckigen Stab, auf dem ein Schlitten hin- und herbewegt werden kann. An diesem Schlitten befindet sich ein Rohr von 5 cm Durchmesser und 5 cm Länge, welches inwendig das matte Glas trägt. Der Schlitten kann festgeklemmt werden. Zwei matte Glasplatten sind vorhanden, die verschieden fein angeschliffen sind; sie sind in Metallringen montirt, die in das Rohr eingeschoben werden können. Die matte Ober-

fläche der Glasplatte sollte man zunächst dem Spalt setzen, um Lichtverluste durch Reflexion möglichst zu vermeiden. Natürlich muss das Objectiv des Beobachtungsinstrumentes dicht an die Platte anstossen.

Der Tisch, auf dem das Instrument steht, ist mit schwarzem Sammet überzogen. Dasselbe ist der Fall mit den Schirmen, welche dazu dienen, das von der Beleuchtungsvorrichtung ausgehende diffuse Licht abzublenden. Hat man gut durchsichtige Krystalle, so genügt es, das Prisma und die Enden der optischen Röhren mit einem Kasten zuzudecken, wie man ihn links Tafel VIII, Fig. 1 sieht. Eine Thüre ist an demselben angebracht, um die Rotation des Prismas bewirken zu können. Das sehr schwere Instrument muss selbstverständlich auf einem entsprechend solid construirten Tische aufgestellt sein.

Aichung der Theilkreisablesungen für den Austritt von Licht bestimmter Wellenlänge.

Dieselbe wird folgendermassen ausgeführt: Der Reflexionsspiegel wird vor dem Spalt derjenigen optischen Röhre befestigt, welche als Collimator dient, und das mittlere Ocular (Vergröss. 4) ist vorne am Spalt des anderen Rohres angeschraubt, um letzteres in ein Fernrohr zu verwandeln. Sodann wird Sonnenlicht längs der Axe des Collimators in diesen hineingeworfen und werden die Backen des Spaltes einander genähert, bis die Fraunhofer'schen Linien scharf erscheinen. Prisma und Fernrohr müssen auf das Minimum der Ablenkung eingestellt sein. Der Spalt hinter dem Ocular wird weit geöffnet, um das ganze Feld überblicken zu können. Man sieht dann das halbe Spectrum und kann durch Bewegung des Fernrohres das ganze Spectrum überblicken. Es ist natürlich unmöglich, alle Farben in die Mitte des Gesichtsfeldes bei fixirtem Fernrohr durch Rotation des Prismas hineinzubringen, wenn letzteres auf das Minimum der Ablenkung eingestellt ist. Aber wenn das Fernrohr um einen kleinen Winkel gedreht wird, während das Prisma auf das Minimum der Ablenkung eingestellt ist, so dass das ganze Spectrum von Roth bis Blau den Ausgangsspalt passirt, und das Fernrohr in einer Stellung fixirt wird, wenn die Mitte des Gesichtsfeldes gerade das äusserste Violett passirt hat, so dass also eine Wellenlänge im Ultraviolett gerade central auf das Minimum der Ablenkung eingestellt ist, so wird es möglich sein, durch Bewegung des Prismas in beiden Richtungen sämmtliche Farben des Spectrums nach einander den Verticaldurchmesser des Gesichtsfeldes passiren zu lassen. Diejenige der beiden Richtungen, für die Bewegung des Prismas wird natürlich gewählt, bei welcher der grössere Lichtverlust durch Reflexion von der Einfallsfläche des Prismas stattfindet, wenn das rothe Ende des Spectrums in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht wird, und der kleinere Lichtverlust, wenn das lichtschwächere violette Ende im Centrum ist. Durch diese Wahl wird die Lichtstärke für

verschiedene Farben weniger ungleich als mit dem gewöhnlichen feststehenden Prisma, während bei jener in der entgegengesetzten Richtung die Ungleichheit grösser wird. Die Fraunhofer'schen Linien können auf diese Weise sehr gut eingestellt werden.

Nachdem man das Teleskop festgeklemmt hat, notirt man sich bei weit geöffnetem vorderen Spalte zunächst die Fraunhofer'schen Linien, die man einstellen will. Sodann wird der Spalt zugeschraubt, bis die Schneiden sich nahezu berühren, und zwar so weit, dass ihre Differenz nicht grösser ist als der scheinbare Abstand der beiden D-Linien. Dann bringt man durch Drehen der Mikrometerschraube die Fraunhofer'schen Linien, eine nach der anderen, mitten zwischen die beiden Spaltschneiden, die so gewissermassen als Fadenkreuz dienen. Sind die Fraunhofer'schen Linien gekrümmt, weil man eine der kleineren Blenden vor dem Collimatorspalt nicht benutzt, so stellt man natürlich die Mitte auf die Mitte des Spaltes ein.

Die Ablesungen werden zunächst in eine Tabelle eingetragen und dann in einem Coordinatensystem eingezeichnet, um mit Hülfe einer Curve durch Interpolation die Ablesungen für dazwischen liegende Wellenlinien auf dem Theilkreise zu erhalten. Es empfiehlt sich, die Ablesungen der Fraunhofer'schen Linien zu controliren durch Beobachtung der Wasserstofflinien einer Geissler'schen Röhre. Auch mag man seine Messungen mit Lithium-Natrium-Thalliumlicht controliren; namentlich empfiehlt sich dies, nachdem das Instrument einige Zeit in Gebrauch war, um sicher zu sein, dass keine Aenderung stattgefunden hat.

An meinem Apparate haben sich niemals grössere Veränderungen als 2 Bogenminuten gezeigt, obwohl der vordere Spalt sehr häufig geöffnet und wieder geschlossen wurde. Hat man seine Curve für Wellenlängen und Kreistheilung recht sorgfältig construirt, so braucht man nur für eine gewünschte Wellenlänge einzustellen und den Collimatorspalt mit einer genügend starken künstlichen Lichtquelle zu beleuchten, um durch den Austrittsspalt Licht von der gewünschten Wellenlänge in genügender Stärke zu erhalten. Bezüglich der Lichtquellen ist eine elektrische Bogenlampe am besten, in zweiter Linie kommt Sauerstoff-Leuchtgas-Kalklicht. Wendet man Auer'sches Glühlicht an, so muss der Austrittsspalt schon ziemlich weit geöffnet werden, um genügende Lichtstärke zu erhalten. Der Verfasser pflegt bei krystallographischen Untersuchungen die rothe Lithiumlinie, die rothe Wasserstofflinie C_H, die zwei Natriumlinien D, die grüne Thalliumlinie, die blaugrüne F_H-Linie und die blauviolette G_H-Linie anzuwenden, bei besonders grosser Dispersion der Axen auch noch dazwischenliegende Linien. Die Entfernung zwischen der Lithiumlinie und G_H ist $6^0 10'$, und da die Ablesungen direct in Minuten gemacht werden, ist, wie man leicht einsieht, das Licht als genügend definirt und genügend monochromatisch für alle krystallographischen Zwecke zweifellos anzusehen.

Benutzung des Instrumentes bei der Messung von optischen Axenwinkeln.

Die Vorrichtung zur Bestimmung der optischen Axenwinkel durch Beobachtung der Entfernung der Hyberbelbüschel der Interferenzfiguren, gesehen durch Schnitte senkrecht zur ersten und zweiten Mittellinie im convergenten Lichte und mit Nicols resp. 45° gegen die Horizontale und Verticale gedreht, ist abgebildet in Tafel VIII, Fig. 2. Lichtquelle und Axenwinkelgoniometer sind auf viereckigen Kästen aufgestellt, so dass sie leicht in beliebiger Richtung verschoben werden können. Die Tische, auf denen die beiden Apparate sich befinden, müssen mit Nivellirschrauben versehen sein. Fernrohr, Collimatoren und Lichtquelle müssen sich natürlich in gleicher Höhe befinden. Die untere Oberfläche des Tisches, auf dem der Axenwinkelapparat steht, wird am besten mit Tuch oder Filz überzogen, damit das schwere Instrument sich leicht auf der polirten Unterlage verschieben lässt.

Zuerst führt man die Messung an der Platte aus, die senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffen ist. Die Platte ist entweder auf eine runde Glasplatte aufgekittet oder sie wird unaufgekittet verwendet; alsdann klebt man sie entweder an einen kleinen Glasstreifen mit Hülfe eines passenden Klebemittels an, das durch die Flüssigkeit, in der man die Messung vornimmt, nicht angegriffen wird, oder fasst sie mit einer kleinen Pincette aus Platinblech. Platten, die nach dem in der vorhergehenden Abhandlung beschriebenen Verfahren hergestellt sind, kann man immer direct anwenden, ohne sie auf Glas aufzukleben. Die Justirung wird mit gewöhnlichem weissen Lichte ausgeführt. Zu diesem Zwecke bringt man den Axenwinkelapparat mit dem Polariskop vor eine Goniometerlampe. Hat man die Platte im weissen Lichte gut justirt, so wird das kurze Rohr, welches die gröber angeschliffene Glasplatte trägt, am Ausgangsspalt des Apparates für monochromatisches Licht angeschraubt, so dass die angeschliffene Fläche ungefähr 4 cm vom Spalt entfernt ist. Der Axenwinkelapparat wird dann so vor das Instrument geschoben, dass das Polarisatorrohr fast an die matt geschliffene Glasplatte anstösst. Das Prisma und die Rohrenden werden dann mit dem Dunkelkasten bedeckt, der Theilkreis auf die zuerst anzuwendende Wellenlänge (*Li*) eingestellt, die Lichtquelle in Function gesetzt und eine Anzahl von Ablesungen des optischen Axenwinkels nach der gewöhnlichen Methode durchgeführt. So fährt man fort mit den angegebenen sechs Wellenlängen. Führt man für jede drei Ablesungen aus, so ist die Beobachtung schon in einer halben Stunde erledigt. Wendet man als Lichtquelle Sauerstoffleuchtgaskalklicht an, so braucht man den Spalt nur so weit zu öffnen, als die Entfernung der beiden *D*-Linien beträgt. Die Beleuchtung für *D* ist dann etwas heller, als wenn man

den Apparat direct vor eine gute Natriumflamme stellte, selbst wenn der Spalt nur 0,6 cm hoch ist. Die Beleuchtung für Lithiumlicht dagegen ist bedeutend heller als diejenige, welche man mit einer Lithiumflamme erhält. Ausserdem ist die Beleuchtung ganz gleichmässig über das Gesichtsfeld verbreitet und sind die Interferenzfiguren von ausserordentlicher Schärfe. Bei Auer'schem Glühlicht muss man den Spalt doppelt so weit öffnen. Hat man die Beobachtungen in Luft (für $2E$) beendigt, so wird der Krystall in eine Glaszelle eingeführt, die entweder farbloses Oel oder besser Monobromnaphthalin enthält und eine entsprechende Reihe von Messungen für den scheinbaren spitzen Winkel (für $2H_a$) ausgeführt. Sodann bringt man die senkrecht der zweiten Bisectrix geschliffene Platte in die Flüssigkeit und misst den stumpfen Winkel ($2H_0$) auf dieselbe Weise.

Zu der ganzen Messung braucht man nur eine Stunde und erhält auf diese Weise den wahren Axenwinkel ($2V_a$) und den mittleren Brechungscoëfficienten β für sechs verschiedene Wellenlängen. Die Genauigkeit der Messungen ist grösser, als sie mit irgend einem der bis jetzt beschriebenen Instrumente erreicht werden konnte.

Benutzung des Instrumentes mit dem grossen Axenwinkel-Polariskop mit besonderer Rücksichtnahme auf das Studium der Dispersion gekreuzter Axenebenen.

Häufig ist es wünschenswerth, ein Polarisationsinstrument mit grossem Winkel zu benutzen, wie z. B. das wohlbekannte Instrument, das einen Theil des auf Veranlassung von Groth durch Fuess construirten Universalapparates bildet. Die Oeffnung dieses Polariskops ist grösser als diejenige des genauere Messungen liefernden Apparates, welcher in Fig. 2 abgebildet ist. Das convergirende Linsensystem, das aus mehreren Linsen von kleiner Brennweite besteht, wirkt ausserdem so stark, dass das Gesichtsfeld einen sehr grossen Winkel einschliesst, so dass man durch einen Schnitt senkrecht zur ersten Mittellinie bei den meisten zweiaxigen Krystallen beide Axen mit Ringen und Lemniscaten vollkommen sieht. Bei starker Dispersion für verschiedene Farben ist das Instrument zur Orientirung also sehr geeignet. Ausser dem Fadenkreuz trägt das Analysatorocular eine Scala, welche eine beiläufige Bestimmung des Axenwinkels ohne Drehung der Krystallplatte erlaubt und infolge dessen es gestattet, dass Polarisatorrohr und Analysatorrohr mit ihren Enden die beiden Oberflächen der Krystallplatte fast berühren. Nöthigenfalls können die Röhren aber auch so bewegt werden, dass man die Krystallplatte zwischen ihnen drehen kann; dann hat man natürlich ein kleineres Gesichtsfeld zur Verfügung.

Selbst das sehr grosse Gesichtsfeld dieses Instrumentes, dessen Objective über 3,5 cm Durchmesser haben, wird vollkommen gleichmässig

durch den beschriebenen Apparat beleuchtet, und auch hier braucht man nur den 0,6 cm-Spalt anzuwenden.

Fälle von extremer Dispersion, so dass die Axen für Roth und Blau in verschiedenen Ebenen liegen, können mit dem Instrumente sehr schön zur Demonstration gebracht werden. Ausgehend vom äussersten Roth kann man zeigen, wie mit Verminderung der Wellenlänge die Axen zusammenrücken, bis sie sich schliesslich in der Mitte des Gesichtsfeldes vereinigen und dann wieder längs des Durchmessers senkrecht zu dem vorigen divergiren. Die genaue Lage der Axen für irgend eine Wellenlänge kann dann sofort abgelesen werden, wenn man den Prismentheilkreis für die entsprechende Wellenlänge einstellt, und besonders kann die genaue Wellenlänge ohne weiteres bestimmt werden für den interessanten Fall, in welchem die beiden Axen im Mittelpunkte des Gesichtsfeldes zusammenfallen, Ring und Lemniscaten zu Kreisen werden, und der zweiaxige Krystall scheinbar einaxig wird. Doch muss bemerkt werden, dass das Instrument sich eigentlich nur zum Studium und zur Demonstration der Erscheinungen eignet; zu genauen Messungen nimmt man immer das in Tafel VIII, Fig. 2 abgebildete Instrument.

Der Autor beabsichtigt, die Resultate einer eingehenden Untersuchung einer Anzahl von Fällen von Dispersion gekreuzter Axenebenen zu veröffentlichen und dieselben durch eine Reihe von photographischen Reproductionen zu illustriren, die mit dem beschriebenen Apparate sehr leicht erhalten werden können.

Art der Herstellung und Benutzung von zusammengesetztem Lichte.

Bei der Untersuchung von derartigen Fällen von grosser Dispersion der optischen Axen erscheint es zuweilen wünschenswerth, die Messungen zu vervollständigen durch Beobachtung der Interferenzfiguren, die hervorgerufen werden durch gemischtes Licht von zwei oder mehr bekannten Theilen des Spectrums. Zu diesem Zwecke werden die Backen des Ausgangsspaltes entfernt und durch ein Diaphragma ersetzt, das von zwei oder mehr Spalten durchbrochen ist. Diese Spalte sind so angebracht, dass sie Licht mit den gewünschten Wellenlängen durchlassen. Wie schon erwähnt, wurde von der beweglichen Vorrichtung Abney's abgesehen und wurden einige nicht verstellbare Diaphragmen construirt. Diese Diaphragmen fertigt man sich in folgender Weise:

Dem Instrumente ist ein auf einer Seite matt geschliffenes Glas beigegeben, dessen Ecken umgebogen sind und das so gross ist, dass die Ecken in die schwalbenschwanzförmige Nuthe hineinpassen. Wenn die Schlitten *c*, Fig. B, so weit als möglich herausgeschraubt sind, so kann man diese Glasplatte benutzen, um das Sonnenspectrum oder das Linienspectrum dar-

auf zu projiciren. Hat man sich entschieden, dass Licht von irgend welcher Wellenlänge durch die zwei oder drei Spalten durchgehen soll, so ist das Spectrum auf der Glasplatte durch Rotirung des Prismas in eine solche Stellung gebracht, dass die zwei oder zwei äussere den gewünschten Wellenlängen entsprechenden Linien ungefähr gleich weit vom Centrum der Oeffnung entfernt sind. Die Linien werden dann scharf eingestellt und mit einem feinen Bleistift auf dem Glase aufgezeichnet. Spalten, die den aufgezeichneten Linien entsprechen, schneidet man dann in starke Zinnfolie. Die Weite der Oeffnung kann man leicht etwas variiren je nach der Stärke der Lichtart. Diese Diaphragmen von Zinnfolie werden in einen Schlitten von hartem Holz eingefügt, dessen Ecken gebogen sind und die ebenfalls in die schwalbenschwanzförmige Nuthe hineinpassen. Wendet man hartes Holz, wie Buchsbaum-, Oliven- oder Ebenholz an, so kann der Schlitten aus einem Stücke geschnitten werden, und ist einem Metallschlitten vorzuziehen. Man sieht ein solches Diaphragma in Tafel VIII, Fig. 1 gegen die Wasserwage gelehnt. Es ist mit zwei Führnuthen versehen, die mit einer Laubsäge eingeschnitten sind, längs deren die Diaphragmen von Zinnfolie gleiten. In die Mitte ist natürlich ein genügend grosses Loch eingeschnitten. Ich verfertige mir mehrere derartige Diaphragmen für Combinationen, deren Verwendung häufiger vorkommt. Dieselben werden nummerirt und brauchen bloss in den Holzschlitten eingefügt zu werden, um Licht beliebiger Zusammensetzung zu erhalten. Die Genauigkeit, mit welcher die Spalten eingeschnitten worden sind, prüft man von vornherein in der Weise, dass man das Ocular mit der schwächsten Vergrösserung vorn einsetzt und zusieht, ob die gewünschten Linien in der Mitte der Spalte gleichzeitig auftreten. Um zu vermeiden, dass die Spalte immer wieder mit Fraunhofer-Linien oder metallischen Linien justirt werden müssen, habe ich folgendes einfache Verfahren ausgedacht.

Ein Paar von feinen Marken, die eine Fortsetzung der Verticalen bilden, in welcher die Schneiden des Spaltes einander berühren, sind auf dem Rahmen der Spaltvorrichtung ober- und unterhalb des Schlittens angebracht. Ein ähnliches Paar von Marken ist auch auf dem hölzernen Schlitten angebracht. Nachdem das Diaphragma wie oben geprüft worden ist, wird der Schlitten in der Nuthe so angebracht, dass seine Marken in derselben Verticale wie die Marken auf dem Rahmen liegen. Indem man den Schlitten in dieser Stellung fixirt hält, wird das Diaphragma in den Führnuthen des Schlittens bewegt, bis dieselbe Stellung wie vorher erreicht ist, in welcher die Linien zugleich in der Mitte der Spalte erscheinen. Dann wird mit Hülfe einer feinen Nadel eine Marke auf der Zinnfolie eingedrückt, die genau mit den beiden anderen Markenpaaren correspondirt. Man liest sodann die Stellung des Prismas ab. Will man nun dieses besondere Diaphragma benutzen, so braucht man dasselbe nur mit seiner Marke

in eine Linie mit den anderen Marken zu setzen und den Theilkreis des Prismas auf die für dieses Diaphragma erhaltene Ablesung einzustellen. Man erhält dann genau die gewünschten Wellenlängen.

Das Polarisationsinstrument mit grossem Winkel ist natürlich zu benutzen, um die ganzen Interferenzfiguren in dem Felde auf einmal sichtbar zu machen. Hat man das zu benutzende Diaphragma gewählt, dasselbe in die richtige Lage gebracht, so wird das Rohr für diffuses Licht vorn auf den Spaltrahmen aufgeschraubt und möglichst weit von demselben entfernt. Der Glasschirm befindet sich an dem Ende des Rohres, das vom Schlitten am weitesten entfernt ist. Eine Cylinderlinse von geringerer Brennweite, welche auf einem passenden Ständer justirt ist, wird dann zwischen dem Rohre für diffuses Licht und der Spaltvorrichtung eingeschoben und zwar mit der ebenen Seite gegen die letztere. Die Stellung wird so gewählt, dass die zwei oder mehreren Lichtlinien auf denselben Raum in der Mitte des Schirmes von mattem Glase auffallen, wo sich die Lichtsorten mischen und in diffuses Licht verwandelt werden. Man kann auf diese Weise leicht ein weisses Licht auf dem Schirme erzeugen, indem man ein Diaphragma verwendet, das für entsprechende gelbe und blaue Strahlen durchbrochen ist. Bringt man das Polarisationsinstrument dicht an die Mitte der Glasplatte, so wird das Gesichtsfeld hell erleuchtet von der Farbenmischung, und wenn man eine Krystallplatte beobachtet, die gekreuzte Axenebenen für verschiedene Farben zeigt, so erhält man die beiden Lemniscatensysteme mit grosser Schärfe zu gleicher Zeit in dem Gesichtsfelde. Tafel VIII, Fig. 3 giebt eine Gesammtansicht der Vorrichtung.

Benutzung des Instrumentes zur Bestimmung von Brechungsexponenten.

Zur Bestimmung von Brechungsexponenten eignet sich das beschriebene Instrument ganz vorzüglich, gleichgültig, ob man die Refractionsmethode oder das Totalreflectometer anwendet. In beiden Fällen sind die Resultate mindestens so genau, wie wenn man Metallflammen oder Wasserstoffröhren verwendet. Die Beobachtungen werden sehr erleichtert durch die helle Beleuchtung der Spaltbilder, und besonders durch die schärfere Definition der Grenzen bei Totalreflexion, sowie durch die Leichtigkeit, mit welcher die Wellenlängen geändert werden können. Zur Bestimmung des Minimums der Ablenkung von Strahlen, die durch Prismen von Krystallen gebrochen werden, dient die in Tafel VIII, Fig. 4 abgebildete Vorrichtung. Als Reflectometer wird ein Fuess-Goniometer Nr. 2 benutzt. Das Goniometer wird vor dem Spectralapparate in passender Höhe aufgestellt und zwar so, dass es auf der Unterlage leicht beweglich ist, in ähnlicher Weise, wie es oben für den Axenwinkelapparat beschrieben wurde. Am Ende des

Collimatorrohres des Goniometers bringt man vortheilhaft die dem Instrumente beigegebene Beleuchtungslinse von etwa 3 cm Durchmesser an, weniger um die Lichtstärke zu vergrössern, als wegen des Umstandes, dass dann die Lichtquelle in grösserer Entfernung vom Spalte sich befinden darf.

Bei der Beobachtung muss störendes Licht durch einen entsprechend geformten Schirm abgehalten werden, welcher Oeffnungen besitzt, um das Beleuchtungsrohr des Spectrometers durchzulassen, sowie eine zweite verschliessbare Oeffnung, hinter welcher sich die Goniometerlampe befindet.

Um das Prisma zu justiren und seinen brechenden Winkel zu messen, stellt man das Goniometer so auf, dass das Collimatorrohr gegen die Goniometerlampe gerichtet ist.

Beim Justiren des Prismas braucht man einen weissen Hintergrund, den ein Schirm liefert, welcher dem Fernrohrobjectiv gegenüber aufgestellt ist. Eine kleine Vorrichtung am Schirm ermöglicht es, eine Ebonitplatte vor diesen weissen Schirm vorzuschieben, um das Einstellen der reflectirten Spaltbilder zu ermöglichen. Zum Ablesen des Theilkreises liefert die Goniometerlampe genügend Licht, wenn man die Klappe der verschliessbaren Oeffnung vollständig aufmacht.

Hat man das Prisma mit der Goniometerlampe justirt und den brechenden Winkel gemessen, so stellt man das gebrochene Bild des Websky-Spaltes ungefähr auf das Minimum der Ablenkung ein und verschiebt dann das Goniometer so, dass der Collimator auf das Beleuchtungsrohr des Spectroskops gerichtet ist und die Beleuchtungslinse des ersteren die Mitte der Glasplatte gerade berührt. Dann stellt man auf die gewünschte Wellenlänge ein und werden die beiden Bilder des Websky-Spaltes (wenn der Krystall doppeltbrechend ist) in der gewünschten Farbe im Gesichtsfelde des Teleskops beobachtet. Diese Bilder werden dann genau auf das Ablenkungsminimum eingestellt, durch Verschieben des Fernrohres auf das Fadenkreuz eingestellt und in der gewöhnlichen Weise abgelesen. Um die Richtung zu bestimmen, in welcher die diesen gebrochenen Bildern entsprechenden Strahlen schwingen, pflegt man in den Gang der Lichtstrahlen ein Nicol'sches Prisma einzuschalten. Fuess giebt dem Goniometer einen solchen Nicol bei, der in den Collimator eingeschoben werden kann, doch ist es bequemer, denselben vor dem Ocular am Fernrohr anzubringen, weil er dann leichter entfernt werden kann; man braucht ihn ja nur um die Schwingungsebene zu bestimmen und im Falle schwacher Doppelbrechung eines der Bilder auszulöschen, wenn die beiden Bilder sich theilweise decken. Fuess giebt einen solchen Nicol bei zur Benutzung mit dem Totalreflectometer von Liebisch. Er trägt vorn einen Theilkreis und

der Nicol selbst ist mit flachen Enden construirt, um mehr Licht durchzulassen.

Hat man für die erste Wellenlänge eine Ablesung erhalten, so stellt man das Spectroskop auf die zweite Farbe ein und fährt fort, bis man sämmtliche gewünschte Werthe beobachtet hat. Sodann bringt man das Teleskop auf die andere Seite, benutzt die andere Fläche des Prismas als Einfallsfläche und wiederholt die ganze Reihe der Ablesungen. Für jeden Brechungsexponenten erhält man so zwei Ablesungen, von welchen man das Mittel nimmt.

Will man Bestimmungen der Brechungsexponenten bei verschiedenen Temperaturen machen, so benutzt man das grössere Goniometer von Fuess Nr. 1, welches 10 Bogensecunden abzulesen gestattet, in Verbindung mit dem beigegebenen Erhitzungsapparate. In solchen Fällen bietet das beschriebene Spectroskop noch den besonderen Vortheil, dass die Bestimmungen für verschiedene Farben in vergleichsweise sehr kurzer Zeit ausgeführt werden können, während der man die Temperatur leicht constant erhalten kann. Zu Bestimmungen bei gewöhnlicher Temperatur kann man das grössere Instrument natürlich auch verwenden, doch genügt für die weitaus meisten Fälle das Instrument Nr. 2.

Will man das Spectroskop verwenden, um die Brechungsexponenten mit Hülfe des Totalreflectometers von Liebisch zu bestimmen, so braucht man das Goniometer bloss so zu arrangiren, dass die Mitte der Fläche der Prismen im Totalreflectometer das monochromatische Licht, welches aus dem Ausgangsspalt des Spectroscops austritt, direct empfängt. Man entfernt die Platte für diffuses Licht vorn von dem Spalt und concentrirt das von letzterem ausgehende Licht durch eine Linse von 7—10 cm Brennweite auf der Prismenoberfläche. Der Spalt befindet sich am besten etwa 20 cm vom Prisma entfernt. Die Beleuchtung ist besser als diejenige von gefärbten Flammen und die Grenze der Totalreflexion erscheint sehr scharf und kann leicht eingestellt werden. Das Fernrohr ist genau auf Unendlich eingestellt und trägt vorn vor dem Ocular ein Nicol'sches Prisma, um bei doppeltbrechenden Krystallen eine der Grenzen zum Verschwinden zu bringen. Um fremdes Licht, welches die Grenze etwas verwischen würde, möglichst auszuschliessen, ist dem Instrument ein kleines Rohr beigegeben, welches hinter das Objectiv des Teleskops eingeschoben werden kann und so nahe an den Krystall herangeht, als es mit der nötigen Rotation des Totalreflectometers vereinbar ist. Der Autor benutzt eine Kappe mit einer Oeffnung, welche nur halb so gross ist als die kleinste von Fuess construirte, nämlich 1 zu $1\frac{1}{2}$ mm, so dass man sicher sein kann, selbst bei Messungen an einem kleinen Krystall alles fremde Licht auszuschliessen.

Hat man die Grenze gefunden, so verändert man den Einfallswinkel, bis die Stellung erreicht ist, welche die grösste Differenz der Beleuchtung

auf beiden Seiten der Grenze aufweist. Im Uebrigen führt man die Beobachtungen am Totalreflectometer für verschiedene Farben genau in der Weise aus, wie dies Liebisch beschrieben hat*).

Benutzung des Instrumentes bei stauroskopischen Beobachtungen.

Die Bestimmung der Auslöschungsrichtung für verschiedene Farben bei monosymmetrischen und asymmetrischen Krystallen in parallel polarisirtem Lichte zwischen gekreuzten Nicols kann mit dem beschriebenen Spectroskop sehr erleichtert werden.

Man braucht bloss das Stauroskop oder Mikroskop vor dem Spalt aufzustellen, so empfängt der Spiegel des Instrumentes reichlich Licht für die Beobachtung. Je näher der Spiegel dem Spalte, um so besser die Beleuchtung. Die Dispersion in ein ebenes Lichtfeld wird durch eine matte Glasplatte bewirkt, welche mit einer Kappe am unteren Ende des Stauroskops oder am Ende des Polarisators des Mikroskops aufgesetzt wird.

Da indessen die Reflexion von Spiegeln Lichtverluste verursacht, so zieht der Verfasser vor, das Stauroskop oder Mikroskop horizontal aufzustellen und das Diffundirrohr des Spectroskops direct zu benutzen, um das aus dem Spalt austretende Gesammtlicht verwenden zu können.

Natürlich muss dann die Krystallplatte auf dem Tische festgehalten werden. Da jedoch monochromatisches Licht nur zu genauen Messungen erforderlich ist, während welchen die Krystallplatte auf eine kleine rectanguläre Glasplatte aufgekittet ist, von welcher eine Kante mit einer bekannten Ablesung des Theilkreises zusammenfällt, und einen goniometrisch bestimmten Winkel mit einer Kante der Krystallplatte bildet, so ist die verticale Stellung des Stauroskops überhaupt unnöthig. Steht das Instrument horizontal, so kann man ohnehin bequemer beobachten und geringe Lichtdifferenzen in den beiden Hälften der Calderon'schen Doppelplatten leichter abschätzen, als wenn das Instrument senkrecht steht.

Mikroskope für krystallographische Zwecke sind ohnehin meist zum Umklappen eingerichtet und man kann die Axe des Mikroskops mit der grössten Leichtigkeit in die Richtung der Axe des Ausgangsrohres vom Spectroskop bringen. Selbstredend kann man auch das Stauroskop, welches einen Theil des Fuess'schen Universalapparates bildet, auf die einfachste Weise zur Messung von Auslöschungsrichtungen für verschiedene Farben verwenden; man muss das Instrument nur auf einem Holzgestell montiren, um es in die gewünschte Stellung vor das Spectroskop bringen zu können. Allerdings gestatten die Einstellvorrichtungen des Analysator-

*) Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1884, 185 und 1885, 13.

rohres nicht, das Objectiv des Polarisators direct in die Nähe der Glasplatte im Spectroskop zu bringen, da der Krystall dann sehr klein erscheinen würde, wenn man ihn durch das Analysatorrohr betrachtet. Indessen leidet die Beleuchtung sehr wenig darunter und ist immerhin diejenige vorzuziehen, welche erhalten wird, wenn man die Platte für diffuses Licht direct auf das Ende des Polarisatorrohres aufsetzt. Man kann natürlich das Arrangement auch für andere Formen von Stauroskop-Platten, wie z. B. für Brezina'sche, benutzen.

Zum Schlusse spreche ich noch der Firma Troughton and Simms und speciell Herrn James Simms für ihre erfolgreichen Bemühungen bei der Construction des Apparates meinen besten Dank aus; auch dem Research Fund Committee of the Chemical Society, welches die Kosten zur Construction des Apparates bewilligte, meinen besten Dank.

XX. Ueber die gleiche Beleuchtung und die Bestimmung der Feldspäthe in den Dünnschliffen.

Von

C. Viola in Rom.

(Hierzu Tafel IX und 1 Textfigur.)

Es ist eine der schönsten wissenschaftlichen Errungenschaften der letzten Jahre, Klarheit über den Zusammenhang geschaffen zu haben, welcher zwischen der optischen und der geometrischen Symmetrie der verschiedenen Feldspäthe existirt. Zu diesen Studien haben namentlich zwei grosse Arbeiter und Gelehrte, Michel-Lévy*) in Frankreich und von Fedorow**) in Russland, beigetragen. Wir wollen damit jedoch keineswegs verkennen, was wir Max Schuster***) und Des Cloizeaux†) schulden, welche uns die Hauptdaten der optischen Eigenschaften der Plagioklase lieferten.

Durch die von Michel-Lévy und v. Fedorow berechneten und construirten Diagramme erhält man einen genauen Ueberblick über die triklinen Feldspäthe und sie ermöglichen es uns, mit genügender Genauigkeit die Art der Feldspäthe in Dünnschliffen zu bestimmen.

Wir verdanken vor allem v. Fedorow, dass er uns mit einigen eigenthümlichen Eigenschaften der verschiedenen Feldspäthe, und insbesondere des Anorthits bekannt gemacht hat, und ebenso sind verschiedene Beobachtungsmethoden, in Folge deren die Mikroskopie in den letzten Jahren so zu sagen ihre Basis verändert hat, sein Verdienst.

---

*) A. Michel-Lévy, Étude sur la détermination des Feldspaths dans les plaques minces. Paris 1894.

**) E. von Fedorow, diese Zeitschr. 22, 3.

***) Max Schuster, Tscherm. Mineral. und petrogr. Mitth. 1880, 3, 117.

†) Des Cloizeaux, Bull. de la Société Minéralogique de France 1884, 249 ff. 1887.

Ich möchte vor allem mir erlauben, die allgemeine Methode zusammenzufassen, welche man anwendet, um die triklinen Feldspäthe in Dünnschliffen zu bestimmen, wenn sie sich in mikroskopischen Dimensionen vorfinden.

Für die genaue Orientirung eines Plagioklasschliffes ist es nöthig und genügend, zweierlei Zwillinge zu haben, welche nach dem Albit- und Karlsbader Gesetze vorkommen können und in der That am häufigsten in den Gesteinen vorkommen. Die Verwachsungsebene bei dem Albitgesetze ist gleichzeitig auch Zwillingsebene, und daher die Symmetrieebene eines Zwillingskrystalles. Indem man diese Symmetrieebene parallel zu den polarisirten Lichtstrahlen einstellt, gelingt es leicht, vermittelst des Universaltisches von Fedorow den grössten Auslöschungswinkel für die Strahlen in der Symmetrieebene (010) herauszusuchen. Diese einfache Orientirung, welche die Symmetrieebene (010) in Betracht zieht, ist in der Mehrzahl der Fälle genügend, um die verschiedenen triklinen Feldspäthe optisch auseinander zu halten. Steht der Universaltisch nicht zu Gebote, so sucht man das Maximum der Auslöschungsschiefe vermittelst mehrerer im Dünnschliffe vorhandener Feldspathkrystalle, wie es Michel-Lévy *) schon im Jahre 1888 vorgeschlagen hat.

Nur ist dadurch der Albit vom Andesin nicht zu unterscheiden; zu diesem Zwecke ist es nöthig, zu wissen, ob das Maximum des Auslöschungswinkels in der Symmetriezone (010) positiv oder negativ ist. Dies erhält man, wenn man die Auslöschungswinkel von zwei Individuen eines Karlsbader Zwillingskrystalles bestimmt.

Michel-Lévy schlägt noch vor, die Auslöschungsschiefe der Albitzwillinge anstatt in der Symmetrieebene (010) in der Nähe derselben zu messen; dadurch, dass man auch das arithmetische Mittel dieser zwei Winkel in Betracht zieht und den Feldspath ungefähr voraus kennt, gelangt man dazu, denselben mit Hülfe dieser drei Zahlen genau zu bestimmen. Dies ist ein grosses Verdienst von Michel-Lévy und dies ist auch das beste Hülfsmittel, welches seine in stereographischer Projection dargestellten Diagramme uns an die Hand geben.

Aber auch damit ist der Albit vom Andesin nicht zu unterscheiden. Diese geistreiche von Michel-Lévy vorgeschlagene Methode ist ferner nur dann anwendbar, wenn es möglich ist, die Auslöschungswinkel für solche durch den Krystall gehende Lichtstrahlen zu bestimmen, welche in der Nähe der Symmetrieebene liegen.

Die Bestimmung des Auslöschungswinkels in Bezug auf die Spur der Ebene (010) oder anderer Ebenen geht offenbar darauf aus, den zwischen der optischen und geometrischen Symmetrie der Feldspäthe bestehenden

*) Les Minéraux des Roches.

Zusammenhang anzugeben, da gerade dieser Zusammenhang für die verschiedenen Feldspäthe charakteristisch ist. Aber dafür genügen die Auslöschungsschiefen allein nicht; man braucht nur an den oben genannten Albit und Andesin sich zu erinnern. Der Albit ist gar nicht optisch symmetrisch in Bezug auf die Ebene (010), dagegen steht der Andesin in dieser Beziehung dem Oligoklas sehr nahe.

Eine optische Erscheinung, welche sehr schön den oben genannten Zusammenhang wiedergiebt, ist die gleiche Beleuchtung zweier Individuen eines Zwillingskrystalles nach dem Albitgesetze zwischen gekreuzten Nicols. Wir wissen, dass diese optische Erscheinung schon von Michel-Lévy*) studirt worden ist, der mit seiner rastlosen Thätigkeit schon alles, was über die Wirkungen des polarisirten Lichtes in den Dünnschliffen erforscht werden kann, erschöpft hat. Und Michel-Lévy hat auch die Anwendungen dieser optischen Erscheinung schon erörtert.

In diesem Aufsatze möchte ich beweisen, dass die gleiche Beleuchtung von zwei Individuen eines Zwillingskrystalles nach dem Albitgesetze sich ausgezeichnet dazu eignet, einzelne Feldspäthe optisch zu unterscheiden und zwar insbesondere diejenigen der Albit-, Oligoklas- und Andesin-Reihe.

Vor allem sei mir erlaubt, die Theorie auseinanderzusetzen, worauf sich die gleiche Beleuchtung zweier Individuen in einem Dünnschliffe gründet.

Man geht von der Annahme aus, dass die Nicols gekreuzt und das polarisirte Licht parallel sei.

Die gleiche Beleuchtung zweier in einem Dünnschliffe vorhandener Individuen kann überhaupt stattfinden, wenn die Lichtintensität für beide die gleiche ist, und auch die Polarisationsfarben die gleichen oder nahezu die gleichen sind. Wenn die Polarisationsfarben nicht die gleichen wären, so wäre das Auge nicht im Stande, die gleiche Lichtintensität im Mikroskope wahrzunehmen, und es würde daher jede praktische Anwendung dieser Methode wegfallen. Man sagt, die Polarisationsfarben müssen ungefähr gleich sein, damit man die gleiche Lichtintensität wahrnehmen könne, denn wenn auch zwischen den beiden Farben ein kleiner Unterschied herrscht, darf er doch nur so gross sein, dass das Auge ihn nicht zu schätzen vermag. Man kann also sagen, dass die gleiche Beleuchtung wird stattfinden können für jede beliebige Polarisationsfarbe.

Obwohl die vorliegende, unter diesem Gesichtspunkte betrachtete Aufgabe nicht allgemeine Anwendung finden kann, so wollen wir sie doch so behandeln, bevor wir zu dem von Michel-Lévy studirten speciellen Falle übergehen.

---

*) Les Minéraux des Roches, S. 78.

Werfen wir einen Blick auf die Newton'sche Farbenscala, so sehen wir darin, dass die Farben sich in verschiedenen Ordnungen in derselben Reihenfolge wiederholen, nur mit dem Unterschiede, dass dieselben bald hellere, bald dunklere sind, und dass die ersten Töne der ersten Ordnung mit Schwarz beginnen, und von da zum helleren Grau und Weiss übergehen, ohne durch blau, grün, grünlich und gelblichgrün zu gehen, wie in den folgenden Ordnungen. Die gelbe Polarisationsfarbe entsteht, wenn die relative optische Verzögerung für das gelbe Licht zwischen 0,00033 und 0,00043 mm liegt. Dies entspricht einem Unterschiede der Doppelbrechung von 0,0055 und 0,0075, wenn die Dicke des Dünnschliffes 0,06 mm ist; dieser Unterschied geht von 0,016 bis 0,022, wenn die Dicke des Schliffes 0,02 mm ist. Die grauen Farben erscheinen, wenn die relative optische Verzögerung für das gelbe Licht zwischen 0 und 0,00030 mm liegt, d. h. wenn die Doppelbrechung zwischen 0 und 0,005 bei einer Dicke des Dünnschliffes von 0,06 mm ist, oder zwischen 0 und 0,015 liegt bei einer Dicke von 0,02 mm, etc. Selbstverständlich sind diese Unterschiede der Doppelbrechung um so grösser, je dünner der Schliff ist. Zwischen diesen und ähnlichen Grenzen ist es immer gestattet, die Stellung eines Dünnschliffes zu bestimmen, für welche die zwei im Dünnschliffe vorhandenen Krystalle die gleiche Bedeutung haben. Und wir wissen, dass das Ergebniss dieser Bestimmung eine solche Genauigkeit besitzt, dass diejenige des Auslöschungswinkels ihr nicht entfernt gleichkommt.

Suchen wir die Bedingungen heraus, unter welchen die gleiche Beleuchtung zweier neben einander in einem Dünnschliffe gelegener Krystalle stattfindet.

Es seien:

d die Dicke des Dünnschliffes;

$n_1 - n_2 = B_1$ die Doppelbrechung eines Individuums für die gegebene Richtung des Strahles und für das gegebene Licht von der Welle λ;

$n_1' - n_2' = B_2$ dasselbe für das zweite Individuum, und

$\varrho_1 = B_1 d$, $\varrho_2 = B_2 d$ die relativen optischen Verspätungen.

Schreiben wir für die zwei Individuen folgende Beziehungen:

$$A_1^2 = \int \sin^2 \pi \frac{\varrho_1}{\lambda} \cdot di = \sum \sin^2 \pi \frac{\varrho_1}{\lambda},$$

$$A_2^2 = \int \sin^2 \pi \frac{\varrho_2}{\lambda} \cdot di = \sum \sin^2 \pi \frac{\varrho_2}{\lambda},$$

wo wir die Summe auf alle Strahlen des angewandten weissen Lichtes ausgedehnt haben, und di bei Durchgehen des Polarisators die Intensität desjenigen Lichtes ist, für welches die Grösse der Welle λ ist.

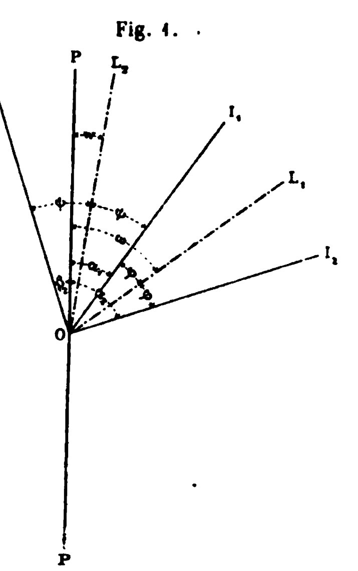
Die Polarisationsfarben hängen einzig nur von diesen zwei Summen

ab, und $A_1{}^2$ und $A_2{}^2$ geben die Lichtintensität des einen respective des anderen Individuums für die 45°-Stellung in Bezug auf die gekreuzten Nicols.

Es seien (Fig. 1):

α_1, α_2 die Winkel, die die optischen Hauptrichtungen des ersten und des zweiten Individuums mit der Ebene PP des Polarisators, und daher $\alpha_2 - \alpha_1 = 2\varphi$ der Winkel, den I_1 und I_2 unter sich bilden;

ω der Winkel, den die Mittellinie L_1 mit der Polarisationsebene PP einschliesst.



Die Lichtintensitäten in den beiden Individuen für eine beliebige Stellung α_1 und α_2 werden sein:

$$J_1 = A_1{}^2 \sin^2 2\alpha_1 ,$$
$$J_2 = A_2{}^2 \sin^2 2\alpha_2 .$$

Und die Bedingung der gleichen Beleuchtung wird sein:

$$(1) \quad A_1{}^2 \sin^2 2\alpha_1 - A_2{}^2 \sin^2 2\alpha_2 = 0$$

oder

$$[A_1 \sin 2\alpha_1 - A_2 \sin 2\alpha_2]\,[A_1 \sin 2\alpha_1 + A_2 \sin 2\alpha_2] = 0$$

und wenn wir für α_1 und α_2 ihre entsprechenden Werthe

$$\alpha_1 = \omega - \varphi , \quad \alpha_2 = \omega + \varphi$$

setzen, haben wir

$$[A_1 \sin 2(\omega - \varphi) - A_2 \sin 2(\omega + \varphi)]\,[A_1 \sin 2(\omega - \varphi) + A_2 \sin 2(\omega + \varphi)] = 0.$$

Dieser Relation wird Genüge geleistet sowohl, wenn der erste, als auch wenn der zweite Factor gleich Null ist. Die Werthe von ω, welche aus dem zu Null gewordenen ersten Factor hervorgehen, seien ω' und derjenigen des zweiten ω''. Dadurch erhält man

$$(2) \quad \begin{cases} A_1 \sin 2(\omega' - \varphi) - A_2 \sin 2(\omega' + \varphi) = 0 , \\ A_1 \sin 2(\omega'' - \varphi) + A_2 \sin 2(\omega'' + \varphi) = 0 . \end{cases}$$

Nun nehme man anstatt der optischen Hauptrichtung I_2 des zweiten Individuums dessen zweite optische Hauptrichtung II_2, welche mit I_2 einen rechten Winkel einschliesst. Man halbire den Winkel $\widehat{I_1 II_2} = 2\psi$ durch die Mittellinie L_2, welche mit der Ebene des Polarisators den Winkel w einschliesst.

Anstatt der Bedingung (1) bekommt man dann die folgende:

(3) $$A_1^2 \sin^2 2\alpha_1 - A_2^2 \sin^2 2\beta_2 = 0 \ ,$$

und indem man

$$\alpha_1 = w + \psi \ , \quad \beta_2 = w - \psi$$

setzt, erhält man

$$[A_1 \sin 2(w+\psi) - A_2 \sin 2(w-\psi)] \cdot [A_1 \sin 2(w+\psi) + A_2 \sin 2(w-\psi)] = 0 \ ,$$

welche befriedigt wird, entweder, indem man den ersten oder den zweiten Factor vernichtet. Ich bezeichne mit w' und w'' die Werthe von w, welche den einen und respective den anderen zu Null gewordenen Factor befriedigen, und wir werden haben:

(4) $$\begin{cases} A_1 \sin 2(w' + \psi) - A_2 \sin 2(w' - \psi) = 0 \ , \\ A_1 \sin 2(w'' + \psi) + A_2 \sin 2(w'' - \psi) = 0 \ . \end{cases}$$

Die Bedingungen (2) und (4) verwandeln sich in folgende:

(5) $$\begin{cases} \operatorname{cotg} 2\omega' = \dfrac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \operatorname{cotg} 2\varphi \\ \operatorname{tang} 2\omega'' = \dfrac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \operatorname{tang} 2\varphi \\ \operatorname{cotg} 2w' = -\dfrac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \operatorname{cotg} 2\psi \\ \operatorname{tang} 2w'' = -\dfrac{A_1 - A^2}{A_1 + A_2} \operatorname{tang} 2\psi \end{cases}$$

und da $\varphi + \psi = 45^0$ und $w - \omega = 45^0$ ist, so geht daraus hervor, dass die erste dieser vier Relationen übereinstimmend mit der letzten, und die zweite mit der dritten ist.

Bezeichnen wir mit ε' und ε'' die kleinsten Werthe, welche die erste und vierte Gleichung und respective auch die zweite und dritte befriedigen.

Aus den zwei Relationen

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon' = \frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \operatorname{tang} 2\psi \ ,$$

$$\operatorname{tang} 2\varepsilon'' = \frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \operatorname{tang} 2\varphi$$

geht hervor

$$0 < \varepsilon' < \psi \quad \text{und} \quad 0 < \varepsilon'' < \varphi \ ,$$

wenn man darin

$$A_1 - A_2 > 0 \quad \text{und} \quad 2\varphi < 90^0$$

annimmt.

Die gleiche Beleuchtung wird stattfinden, wenn die eine oder die andere der beiden Mittellinien L_1 und L_2 von dem Polarisator um einen Winkel ε' resp. ε'' absteht.

Für $2\varphi < 45^0$ wird $\varepsilon' > \varepsilon''$ und
- $2\varphi > 45^0$ - $\varepsilon' < \varepsilon''$ sein.

Dies wird auch stattfinden für $A_1 - A_2 < 0$, nur dass ε' und ε'' in diesem Falle negativ ausfallen.

Umgekehrt können die Winkel ψ und φ mit grosser Genauigkeit bestimmt werden, wenn man ε' und ε'' kennt.

Für $2\varphi = 90^0$ und daher $\psi = 0$ oder umgekehrt für $\varphi = 0$ und $2\psi = 90^0$ wird man haben $\varepsilon' = 0$ und $\varepsilon'' = 45^0$ resp. $\varepsilon' = 45^0$ und $\varepsilon'' = 0$.

Wenn $A_1 = A_2$, wird $\varepsilon' = \varepsilon'' = 0$ sein.

Wir ersehen daraus, dass in zwei Fällen der Winkel der gleichen Beleuchtung gleich 0 ist. Der erste Fall tritt ein, wenn φ oder ψ gleich 0 ist, der zweite, wenn $A_1 = A_2$ ist. Im zweiten Falle kommen acht Stellungen in einer vollen Umdrehung vor, für die der Winkel der gleichen Beleuchtung gleich 0 ist, d. h. die vier Stellungen der Nicols und die vier Zwischenstellungen von 45^0; im ersten Falle sind nur die vier ersten Stellungen möglich.

Sehen wir nun, wie man $\frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2}$ bestimmt.

Wenn man auf jeden Punkt der Newton'schen Farbenscala die Lichtintensität, welche auf jenem Punkte stattfindet, aufträgt, so findet man, dass die Quantität A in folgender Weise in den engen Grenzen einer gegebenen Polarisationsfarbe ausgedrückt werden kann:

$$A = k + \sin\frac{\pi\varrho}{\lambda},$$

wo k eine Constante bedeutet, und ϱ ist die relative optische Verspätung jenes Lichtes, das innerhalb der Grenzen der in Betracht kommenden Polarisationsfarbe auslöscht. Dadurch erhält man:

$$A_1 - A_2 = 2\sin\frac{\pi(\varrho_1 + \varrho_2)}{2\lambda}\cos\frac{\pi(\varrho_1 - \varrho_2)}{2\lambda}$$

und

$$A_1 + A_2 = c + 2\cos\frac{\pi(\varrho_1 + \varrho_2)}{2\lambda}\sin\frac{\pi(\varrho_1 - \varrho_2)}{2\lambda},$$

wo c eine andere Constante bedeutet.

Wenn man die Farbentöne zwischen Schwarz und Hellgrau der ersten Ordnung betrachtet, kann man

$$A = \frac{\pi \varrho}{\lambda} = \frac{\pi}{\lambda} \cdot B \cdot d$$

setzen, und folglich

$$\frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} = \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2},$$

wo B_1 und B_2 die Doppelbrechung für die gelbe Farbe bedeuten.

Durch diese Formel habe ich ε'' für alle von 10 zu 10 Grad entfernten Pole berechnet, sowohl für den Albit als auch für den Andesin.

Ich habe mich auf eine sphärische Zone von 45° rechts und links der Ebene (010) beschränkt. Dadurch sind die auf Tafel VIII gegebenen Diagramme in stereographischer Projection zu Stande gekommen.

Als Ausgangspunkt der Berechnung habe ich die von Michel-Lévy angegebenen Diagramme benutzt. Die Linien, welche die Pole der gleichen Beleuchtung verbinden, sind blau gezogen; während diejenigen, welche die Pole gleicher Auslöchungsschiefe verbinden, roth sind.

Der Andesin ist von der Formel

$$Ab_5 An_3 = 1 : 3 : 7{,}7.$$

Gehen wir nunmehr in die Einzelnheiten dieser Diagramme ein.

Wir sehen darin, dass drei Nulllinien für Albit und Andesin existiren, das heisst solche, welche die Pole, bei denen der Winkel gleicher Beleuchtung Null ist, verbinden. Eine derselben liegt in der Ebene (010), worin selbstverständlich in allen Polen

$$A_1 = A_2$$

ist. Die zweite senkrecht auf jener stehende Nulllinie verbindet die Pole, wo ebenfalls $A_1 = A_2$ ist. Sie findet sich oben in den Diagrammen. Die dritte derselben verbindet die Pole, wo $\varphi = 0$ ist, und liegt unten.

Es genügt, einen Blick auf diese Diagramme zu werfen, um die Möglichkeit, den Albit vom Andesin zu unterscheiden, sofort zu erkennen.

Im Albitdiagramm folgen die zweite und die dritte Nulllinie fast genau den auf der Symmetrieebene (010) senkrechten Meridianen, und liegen um 90° von einander entfernt. Im Andesin dagegen biegen sich diese zwei Nulllinien so, dass sie, während sie in der Nähe der Symmetrieebene circa 78° von einander entfernt liegen, sich 35° weiter davon weg, bis auf 50° nähern.

Nehmen wir an, wir haben einen Fedorow'schen Universaltisch zur Verfügung. Der Pol befindet sich in der Nähe der zweiten oder dritten Nulllinie. Man drehe das Präparat um eine Axe parallel zur Spur von (010). Wenn man bald links, bald rechts dreht und man die Nulllinie links und rechts trifft, so beweist das, dass wir es mit Andesin zu thun haben; trifft man dagegen die Nulllinie nur rechts oder nur links, so liegt Albit

vor. Anstatt das Präparat bis zu den Nulllinien zu drehen, genügt es auch zu beobachten, ob der Winkel gleicher Beleuchtung steigt oder fällt.

Bis jetzt haben wir angenommen, dass der Pol eines Schliffes sich in speciellen Lagen befindet; dies ist aber durchaus nicht nöthig, um mit Hülfe unserer Diagramme den Albit von dem Andesin zu unterscheiden. — Welches auch die Lage des Poles sei, erreicht man fast immer den Zweck, indem man drei Ablesungen macht, nämlich die zwei Auslöschungswinkel und den Winkel der gleichen Beleuchtung. Wir wollen das durch Beispiele veranschaulichen.

Beispiele.

1) Ein Zwillingskrystall nach dem Albitgesetze bietet die folgenden Messungen dar:

Auslöschungswinkel $= \pm 5^0$ und $\pm 5^0$.
Winkel der gleichen Beleuchtung $= 0^0$.

Diese beiden Pole (der zwei Individuen) fallen auf 12^0 unten. — Der Zwillingskrystall ist somit Andesin.

2) Ein Albitzwilling zeigt die folgenden Messungen:

Auslöschungswinkel $= \pm 10^0, \mp 6\frac{1}{2}^0$.
Winkel der gleichen Beleuchtung $= \frac{1}{2}^0$.

Man dreht nun das Präparat um 15^0 um eine Axe parallel zu (010), und man erhält die Zahlen:

Auslöschungsschiefe $= \pm 16^0$ und 0^0.
Winkel der gleichen Beleuchtung $= 2\frac{1}{2}^0$.

Es ist daher ein Andesinkrystall.

3) Ein Zwillingskrystall zeigt folgende Messungen:

Auslöschungsschiefe $= \pm 18^0, \mp 20^0$.
Winkel der gleichen Beleuchtung $= 0^0$.

Der Krystall ist Albit.

Wäre es Andesin, so müsste man folgende Ablesungen haben:

Auslöschungsschiefe $= \pm 22^0, \mp 20^0$.
Winkel der gleichen Beleuchtung $= 0^0$,

oder $\pm 18^0, \mp 20^0$,
3^0.

Wir sehen daraus, dass die drei Winkel gleichzeitig für Albit und Andesin unter sich nicht vereinbar sind, ausser bei speciellen Lagen der Pole; es folgt somit, dass sie zusammengenommen vollkommen jeden dieser zwei Feldspäthe bestimmen.

Fassen wir nun den Oligoklas $Ab_4 An_1$ (1 : 3 : 10,4) und $Ab_3 An$

(1 : 3 : 10) in's Auge, welcher in den Diagrammen von Michel-Lévy dargestellt ist.

Der Oligoklas ist beinahe optisch symmetrisch in Hinsicht auf die Ebene (010). Für alle Pole, oder wenigstens für die meisten derselben, ist ungefähr $A_1 = A_2$; ferner hat man nahezu $2\varphi = 0$ und $2\psi = 90^0$. Es geht daraus hervor, dass die Winkel ε' und ε'' unbestimmt sind, d. h. dass, welches auch die Stellung sein möge, die gleiche Beleuchtung immer stattfindet. Es können sich jedoch in den Gesteinen Feldspäthe vorfinden, welche sich vom Albit her dem Oligoklas nähern, oder auch vom Andesin her. Ist die Mehrzahl der Dünnschliffe mit dem gleichen Beleuchtungswinkel Null, so wird sich mit Sicherheit ein Feldspath, der dem Oligoklas sich nähert, ergeben. Eine genauere Prüfung des Winkels der gleichen Beleuchtung und der Auslöschungswinkel wird uns zeigen, ob der Feldspath aus der Albit- oder Andesinreihe stammt.

XXI. Mittheilungen aus dem mineralogischen Museum der Universität Bonn.

VI. Theil.

Von

H. Laspeyres und **E. Kaiser** in Bonn.

(Mit 3 Textfiguren.)

---

36. Quarz- und Zirkonkrystalle im Meteoreisen von Toluca in Mexico*).

Schon acht Jahre bevor Story-Maskelyne in dem Meteorit von Breitenbach in Böhmen den Asmanit (Tridymit) entdeckte**), hatte G. Rose Krystalle von Quarz im Meteoreisen von Toluca beobachtet***).

Er fand in der Sammlung des Geh. Sanitätsraths Nagel in der Rostrinde eines Stückes Eisens von Xiquipilco eingewachsen einen etwa $\frac{1}{3}$ Linie grossen glänzenden Krystall, der sich mit Hinterlassung eines glattflächigen Eindruckes aus dem Eisenrost nehmen liess und die Form, sowie die gut messbaren Winkel des Quarzes†) zeigte. Ein kleines Bruchstück eines anderen daneben befindlichen Krystalles konnte Rose vor dem Löthrohre prüfen.

Das war der erste bestimmt nachgewiesene Fund dieses Minerals in Meteoriten. Wohl hatte schon C. A. Joy im Lösungsrückstande des Meteoreisens von Cosby Creek††) wie Quarz aussehende Körner gefunden, aber

---

*) Vorgelegt in der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn 12./11. 94. Kölnische Zeitung Nr. 1016.

) Proceedings of the Royal Soc. of London 1869, 370—72; Philos. Transactions of the Royal Soc. of London 1871, **161, 359—365.

***) Monatsber. d. Akad. d. W. zu Berlin 1861, 406—409; Pogg. Ann. 1861, **113**, 184—188, 1865, **124**, 201; Beschreib. und Eintheil. der Meteoriten 1864, 42—43, 60—62, 139 (a. d. Abhandl. d. Akad. d. W. zu Berlin 1863).

†) Gemessen wurde $\{10\bar{1}1\}R : \{01\bar{1}1\}-R$, Randkante 76° 20′— 25′ und 76° 11′— 35′; Endkante 46° 18′— 30′.

††) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1853, **86**, 43.

dieselben nicht näher untersucht, sondern nur nach ihrer Härte gegen Glas und Bergkrystall als Quarz angesprochen.

Rose hielt es sofort für wahrscheinlich, dass unter den von Wöhler, Pugh und Uricoechea beobachteten, in Säuren unauflöslichen Körnern in dem Meteoreisen von Toluca ebenfalls Quarz enthalten sei, verfolgte aber diese Vermuthung nicht weiter, sondern gab es Wöhler anheim, falls dieser noch im Besitze der erwähnten Körner wäre.

»Zwar könnte man Zweifel hegen — fährt Rose fort — ob der beschriebene Quarzkrystall wirklich dem Meteoreisen angehört hat und nicht vielmehr erst nach dem Falle, beim Liegen in und auf der Erde, und der dabei stattfindenden Oxydation seiner Oberfläche sich damit verbunden hat; indessen war der Krystall vollkommen von braunem Eisenoxyde umgeben und dieses verband sich so vollkommen mit dem unzersetzten Eisen, dass man dasselbe für nichts anderes als für die entstandene oxydirte Rinde, und den Quarz als darin ursprünglich eingewachsen annehmen kann.«

»Ausserdem sind doch Quarzkrystalle in dem Sande nur recht selten, und in dem Toluca-Thale ist Quarzsand vielleicht gar nicht vorhanden, da die umgebenden Berge aus quarzlosem Trachyt oder neueren vulkanischen Gesteinen bestehen«. »Bei den vielen Stücken, die sich durch G. A. Stein und Dr. Krantz in den Sammlungen finden, wird man vielleicht auch noch bei anderen Stücken Quarzkrystalle beobachten und die gemachte Entdeckung bestätigen können.«

G. Rose hatte aber ausserdem nur noch an einer Stufe dieses Eisens im Berliner mineralogischen Museum kleine quarzähnliche Körner an der Oberfläche sitzen sehen, doch gingen dieselben vor der Untersuchung verloren. Er hielt deshalb die Quarzkrystalle im Meteoreisen von Toluca für selten.

Ist auch die Beweisführung von G. Rose, der Quarzkrystall könne nicht von angerostetem Sande herrühren, nicht einwandfrei, so stimmte doch G. vom Rath der Ansicht Rose's zunächst vollkommen zu*). Allein schon zwei Jahre später hat G. vom Rath diese Ansicht geändert.

Bei seiner Bearbeitung der hiesigen Meteoriten fand er nämlich drei von Xiquipilco mit »Quarzkrystallen in der oxydirten Rinde«**).

»Auf der Oberfläche — so schreibt er — haften scheinbar eingewachsen zahlreiche kleine Quarzkrystalle, sich stellenweise zu einem Aggregat verbindend. Diese Quarze sind indess dem Meteoreisen fremd und lediglich durch Oxydation des Eisens oxydirt***) worden; sie rühren von

*) Verhandl. d. naturhist. Ver. pr. Rheinl. u. Westf. 1873, 30, 108, Sitzungsber.

**) Daselbst 1875, 32, 360—361, Nr. 1 f., 1 q u. 1 h.

***) »oxydirt« ist wohl Druckfehler.

dem Quarzsande her, in welchem die kosmischen Körper lange gelegen. In der Weise ist die frühere Angabe des Vorkommens von Quarz im Meteoreisen von Toluca zu deuten.«

Hierauf beruht wohl die gleichlautende Meinung von L. Fletcher*) und ganz neuerdings auch dieselbe Annahme von Seiten E. Cohen's**), obgleich gerade Letzterer durch seine mikroskopischen Untersuchungen der Lösungsrückstände mehrerer Meteoreisen dazu beigetragen hat, das bis dahin nur wahrscheinliche Vorkommen von mikroskopisch kleinen Quarzkörnern in dem Meteoreisen über die seitherigen Zweifel zu erheben und deren grössere Verbreitung wahrscheinlich zu machen***).

Bei dieser Sachlage und bei der reichlichen Menge von solchem Quarz an einem dieser Meteoriten in der hiesigen Sammlung schien mir der Versuch lohnend, diese Streitfrage zwischen so bedeutenden Mineralogen und Meteoritenkennern zu lösen.

Diese Stufe, eine der grössten der von Krantz 1856 im Toluca-Thale gesammelten Eisenmassen, 10030 g schwer, zeigt auf der gerosteten Oberfläche mehrere ganz unregelmässig oder schlierenartig begrenzte, bis 50 mm lange und breite, aber immer nur wenige Millimeter dicke erdige Partien, die auf den ersten Blick allerdings völlig einem durch Rost angehefteten, äusserst feinen und etwas lehmigen Sande gleichen. In diesem fast dichten Teige liegen eingewachsen zahlreiche, bis 2 mm grosse, lebhaft glänzende Quarzkrystalle, wie sie G. Rose beschrieben hat.

Zugleich erinnern auch solche Partien an manche ganz zersetzte Olivinknollen der Meteoriten und Basalte, nur dass diesen die Quarze fehlen.

Die Quarzkrystalle schälen sich, wie es Rose beschrieben hat, schon mechanisch leicht aus dem feinsandigen Teige heraus, noch schöner erhält man die wasserklaren Bergkrystalle von der Form $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{10\bar{1}1\}R$, $\{01\bar{1}1\}-R$ durch Lösen des Teiges in Salzsäure.

Wie alle Silicate der Meteoriten sind auch diese Quarze ungemein rissig und spröde, so dass sie leicht in unregelmässig begrenzte Splitter beim Herausschälen oder Lösen zerfallen.

Die besten Reflexe im Fernrohrgoniometer geben die ungestreiften Rhomboëderflächen

$(10\bar{1}1)R : (10\bar{1}\bar{1})-R$ 46° 5'— 8' (ber. 45°16')
$(10\bar{1}1)R : (10\bar{1}0)\infty R$ 37 44 —47 (- 38 13).

Weder mit Lupe, noch unter dem Mikroskope konnte an den Krystallen

---

*) An Introduction to the study of Meteorites; British Museum (Natural History) Mineral. Department 1890, 32.

**) Meteoritenkunde 1894, 1, 215—216, 323.

***) Annalen d. k. k. naturhist. Hofmuseum in Wien 1891, 6, 140, 145, 151, 156, 159; 1892, 7, 152.

auch nur eine Spur von einer matten sandkornartigen Abrollung der Kanten und Ecken oder einer Schrammung der Flächen bemerkt werden.

Unter dem Mikroskope erweist sich die Krystallform ganz ähnlich wie die aller in dem Meteoreisen eingewachsenen Krystalle, namentlich der bekannten Olivine im Pallaseisen, glänzend gerundet an den Kanten und Ecken mit »gleichsam angedrückten oder angeschliffenen spiegelnden Krystallflächen«.

Der den Quarz einbettende Teig wurde mit Salzsäure und darauf mit Natriumcarbonatlösung ausgekocht. In Lösung ging Eisen (Eisenrost), etwas Thonerde (Plagioklas oder daraus entstandener Thon), etwas Magnesia (Olivin) und Kieselsäure. Zurück blieb ein äusserst feiner, scheinbar sandiger Rückstand.

In Canadabalsam eingebettet wurde derselbe der mikroskopischen Untersuchung unterzogen.

Da zeigte sich denn sofort wieder, dass von einem angebackenen Sande nicht die Rede sein kann, denn nirgends zeigt sich eine Spur von Abrollung. Der ganze Rückstand besteht nur aus scharfkantigen und scharfeckigen Körnern, breitsäulenförmigen Splittern und scharf ausgebildeten Krystallen.

Noch mehr als seine Form spricht der mineralische Bestand des Rückstandes gegen die Annahme von Sand.

Der grössere Theil, etwa 60 % des Rückstandes, sind farblose wasserklare Körner, die nicht nur dem Quarze, sondern auch dem Plagioklas (nicht Anorthit, weil unlöslich in Salzsäure) und vielleicht auch dem Orthoklas angehören.

Letztere zeigen nämlich neben der guten Spaltbarkeit keine Zwillingslamellen, während solche beim Plagioklas daneben so zahlreich, oft auch scharf begrenzt und zum Theil auch gebogen wie in den irdischen Gesteinen sich zeigen, manchmal sogar in gewöhnlichem Lichte*).

Neben diesen völlig farblosen Splittern finden sich einzeln ganz schwach röthliche, gleichfalls klare, ab und zu mit Spuren von Spaltbarkeit, isotrop, stärker als Quarz und Glas das Licht brechend, aber viel schwächer als der gleichfalls röthliche Zirkon. Ich kann diese Splitter nur für Granat ansprechen**).

---

*) Orthoklas in den Meteoriten ist übrigens schon von Anderen angegeben worden. E. Cohen (Meteoritenkunde 1894, **1**, 33, 311) hält aber diese Angaben für durchaus zweifelhaft.

**) Auch von anderer Seite sind Granat oder granatähnliche Körner in den Meteoriten angegeben worden, sicher erwiesen ist deren Vorkommen aber noch nicht.

C. U. Shepard; American Journal of Sciences 1846, **2**, 380—382; 1848, **6**, 407; 1857, **24**, 136.

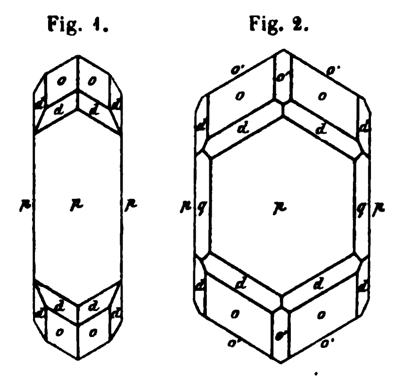
C. W. Gümbel, Sitzungsber. d. Akad. zu München 1875, 323.

E. Cohen, Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseum in Wien 1894. **6**, 141—159; Meteoritenkunde 1894, **1**, 33, 319, 323.

Glaskörnchen, wie solche von E. Cohen und Weinschenk beobachtet worden sind*), konnte ich dazwischen nicht auffinden.

Der kleinere Theil, etwa 40 % des Rückstandes, besteht aus einem braungrünen oder grünen, je nach der Dicke bald helleren, bald dunkleren Minerale in zum Theil unregelmässigen, zum Theil breitsäulenförmigen Splittern mit rechteckiger Umgrenzung, deren Längsrichtung eine recht vollkommene prismatische Spaltbarkeit folgt. Fällt auch in diesen Spaltungsstücken die Schwingungsrichtung des Lichtes manchmal mit den Spaltungstracen zusammen und zeigt sich auch in manchen Lamellen deutlich Pleochroismus, so gehören doch wohl alle dem monoklinen Augit an, denn bei manchen pleochroitischen Splittern bildet die Schwingungsrichtung mit den Spaltungstracen einen schiefen Winkel, und Hornblende ist bisher noch nicht in den Meteoriten beobachtet worden. Querbrüche bekommt man unter dem Mikroskope nicht zu sehen.

Der interessanteste Gemengtheil des Rückstandes sind nun aber 0,04 bis 0,15 mm lange und 0,02 bis 0,07 mm dicke ungemein scharf und flächenreich ausgebildete Krystalle, welche nach Form und optischem Verhalten nichts anderes sein können als Zirkon, der allerdings bisher noch aus keinem Meteoriten angegeben wird**).



Diese gar nicht seltenen Krystalle zeigen stets dieselbe, in den beiden nebenstehenden Figuren dargestellte, nach der Hauptaxe prismatische tetragonale Krystallform:

$o = \{111\} P$ $\qquad q = \{110\} \infty P$

$p = \{100\} \infty P\infty$ $\qquad d = \{m11\} mPm.$

$o' = \{101\} P\infty$

*) Annal. des k. k. naturhist. Hofmuseum in Wien 1891, 6, 141, 151, 159; 1892, 7, 152; Meteoritenkunde 1894, 1, 317.

**) E. Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1, 323.

Nach Abfassung dieser Mittheilung macht mich E. Cohen, dem ich ein Präparat dieses Rückstandes mit einem Zirkonkrystalle geschickt hatte, brieflich (21./12. 94) darauf aufmerksam, dass er in seiner inzwischen erschienenen III. Meteoreisenstudie (Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseum in Wien 1894, 9, 112) im Lösungsrückstande des Meteoreisens von Rasgata, Columbien, einen »säulenförmigen Krystall mit pyramidaler Endigung und paralleler Auslöschung, den gewöhnlichen Zirkonmikrolithen gleichend« beobachtet habe. In seinem Briefe bemerkt E. Cohen dazu, dass er solchen Zirkonkrystall, dem von mir gesandten durchaus gleichend, aber nicht so scharfe Formen zeigend, nur einmal beobachtet habe. Er habe denselben in seiner Meteoritenkunde nicht erwähnt, weil er erst weitere Vorkommnisse abwarten wollte, da es ihm nicht ausgeschlossen erschien, dass sich ein solches Kryställchen aus dem Schleifmateriale beim Schneiden des Meteoreisens in dasselbe eingepresst haben könnte.

Bald sind sie lang und dünn, bald kurz und dick.

Stets sind die Krystalle an beiden Enden gleichmässig ausgebildet und zeigen keine Spur von sandiger Abrollung. Der ebene Scheitelwinkel zwischen zwei in derselben Axenebene liegenden Endkanten von {111} *P* konnte vielfach unter dem Mikroskope gemessen werden, im Mittel zu 114° 30′ (berechnet beim Zirkon 114° 43′).

Spaltbarkeit, wie am Rutil, konnte nirgends beobachtet werden, einmal aber schöner muscheliger Bruch an einer Kante des Prismas.

Die immer licht röthlichen, ganz klaren und meist reinen Kryställchen zeigen ein sehr hohes Brechungsvermögen, sehr lebhafte Interferenzfarben, und die Axe der kleinsten optischen Elasticität fällt mit der Hauptaxe zusammen.

Sie gleichen vollständig den mikroskopischen Zirkonkrystallen in den irdischen Gesteinen *) auch in Betreff mancher ihrer Einschlüsse (s. u.).

Einzelne schwarze, krystallinisch scharf umgrenzte Körner im Lösungsrückstande sind vielleicht Chromit oder Cliftonit, schwarze wohlumgrenzte Tafeln vielleicht Graphit. Dazu kommen nun noch als Bestandtheile des vermeintlichen Sandes die in Salzsäure schon gelösten Olivin und Anorthit.

In allen durchsichtigen Bestandtheilen des Lösungsrückstandes, am häufigsten allerdings im Quarz, finden sich dunkel umrandete Gasporen und ungleich schmaler umgrenzte Einschlüsse eines Mittels von dem Brechungsvermögen etwa des Glases oder einer Flüssigkeit. Immer enthalten dieselben kugelrunde Gasblasen, meist einzeln, aber auch zu zwei, zu drei, ja zu vier wurden sie beobachtet. Weder von selbst, noch durch Erschütterung, noch durch Erwärmung bis zum Erweichen des Canadabalsam — also über 32° C. — ändert sich die Lage oder Grösse dieser Gasblasen. Sie liegen demnach wohl in Glaseinschlüssen, welche sehr häufig in den Meteoriten sind, während noch niemals ein Flüssigkeitseinschluss darin ermittelt werden konnte **). Schliesslich beobachtet man in allen Bestandtheilen des Lösungsrückstandes, ganz besonders häufig allerdings im vermeintlichen Orthoklas, auch im Zirkon, winzige doppeltbrechende Krystallnadeln genau von dem Aussehen wie die Apatitnädelchen in den irdischen Gesteinen.

Allerdings ist bisher Apatit noch in keinem Meteoriten mit Sicherheit nachgewiesen worden ***), bekannt ist aber, dass Rammelsberg †) im

*) K. v. Chrustschoff, Min. und petrogr. Mittheilungen von G. Tschermak 1886, **7**, 423—443, Tf. 8.

) E. Cohen, Meteoritenkunde 1894, **1, 326, 329.

***) E. Cohen, Meteoritenkunde 1894, **1**, 33, 323.

†) Chemische Natur der Meteoriten; Abhandl. d. Akad. d. W. zu Berlin 1870, 130; Pogg. Ann. 1848, **73**, 585; Handb. d. Mineralchemie 1860, 937.

Eukrit von Juvinas 0,28 % Phosphorsäure gefunden hat, die 0,60 % Apatit entsprechen würde. Da nun dieser Eukrit fast gar kein Nickeleisen enthält, das der Träger von Phosphor sein könnte, so wird das Vorkommen von Apatit in den Meteoriten auch durch diese chemische Beobachtung wahrscheinlich gemacht.

Lassen hiernach Form und mineralischer Bestand des Lösungsrückstandes keinen Zweifel, dass derselbe kein fremder Anschluss, sondern ein ursprünglicher Bestandtheil des Meteoreisens sein könne, so hielt ich es doch für erwünscht, mit diesen Ergebnissen die steinigen Lösungsrückstände des Toluca-Eisens zu vergleichen.

Diese sind schon durch E. Cohen und Weinschenk*) mikroskopisch und mikrochemisch untersucht worden. Ihre Ergebnisse stimmen nicht völlig mit den meinigen überein.

Sie fanden nämlich:

1. farblose, wasserklare Quarzkörner mit Gasporen, vielleicht auch mit Glaseinschlüssen, einige Male auch mit winzigen Mikrolithen;
2. farblose, wasserklare Körner mit schwacher Einwirkung auf das polarisirte Licht;
3. mattweisse Körner, einem durch Säure stark angegriffenen Silicate gleichend**);
4. Cliftonit;
5. Chromit;
6. Cordierit-ähnliches Mineral, d. h. zwei dicksäulenförmige Körner mit lebhaften Interferenzfarben und Glas?-Einschlüssen, fleckig blau (pleochroitisch) und farblos;
7. isotrope, licht fleischrothe Granat-ähnliche Körner;
8. dunkelbraune, isotrope Körner mit starkem Glanze;
9. wasserklare, isotrope Glassplitter, vielleicht von den Glasgefässen herrührend;
10. lichtgrüne, unvollkommen säulenförmig begrenzte, »schief auslöschende« Augit-ähnliche Körner;
11. lichtgrünliche, säulenförmige, vollkommen spaltbare Splitter mit »gerader Auslöschung« und schwachem Pleochroismus, vielleicht rhombischer Pyroxen.

Die unter 2, 6, 8, 9 aufgeführten Körner habe ich in meinen Präparaten nicht beobachtet.

Wesentliche Abweichungen zwischen den beiderseitigen Beobachtungen sind mithin allerdings nur die Nichtangabe der Feldspäthe, des Zirkon und des Apatit, wobei nicht ausser Acht gelassen werden darf, dass die

*) Annal. d. k. k. naturhist. Hofmuseum in Wien 1891, 6, 140.

**) Nach meinen Beobachtungen der Kieselsäurerückstand der zersetzten Olivine.

unter Nr. 1 genannten Mikrolithen meinen für Apatit angesprochenen Krystallnadeln und die unter Nr. 2 aufgeführten Körner den von mir als Orthoklas gedeuteten Körnern entsprechen könnten.

Wegen dieser Abweichungen löste ich zunächst eine grössere Menge der im Laufe der Jahre im feuchten Museum aus dem Eisen gebildeten und von dem Eisen blätterig abgerosteten Rinde und erhielt hierbei genau dieselbe Lösung und den völlig gleichen Rückstand wie bei jenen vermeintlich »sandigen Partien« von der Oberfläche, nur in sehr geringer Menge.

Um dem immerhin möglichen Einwande zu begegnen, diese Rindentheile hätten sich schon auf der natürlichen Lagerstätte gebildet und wären mit Sand untermischt worden, kochte ich in Salzsäure ein derbes festes, aber schon meist in Brauneisenstein umgewandeltes 82 g schweres Stück Toluca-Eisen aus der Krantz'schen Sammlung, welches von zahlreichen noch frischen Tänitlamellen regelmässig durchsetzt war. Nachdem sich etwa die Hälfte gelöst hatte, zeigte der übrig gebliebene Kern mehrere ungefähr parallel laufende dünne Schlieren von hellgrauen körnigen zersetzten Silicaten bezw. abgeschiedener Kieselsäure, die sich in Natronlauge löste.

Diese Schlieren hatten ganz die Gestalt und Zusammensetzung jener oberflächlichen steinigen Partien. In Lösung gingen wieder Magnesia, Eisen, Thonerde, Kalkerde, mithin vorherrschend Olivin und etwas Anorthit; der Lösungsrückstand zeigte unter dem Mikroskope genau dieselben Bestandtheile wie in den beiden früheren Fällen.

v. Reichenbach*) hat schon mitten im Toluca-Eisen als gar nicht so selten ziemlich grosse Schlieren von steiniger Beschaffenheit, die er für Olivin hielt, beschrieben und abgebildet.

Aehnliche Silicateinstreuungen sind auch in anderen Meteoreisen schon beobachtet worden **).

Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass Quarz und Zirkon, sowie die übrigen damit vorkommenden Gemengtheile ursprüngliche Bestandtheile des Toluca-Eisens sind.

Vielleicht gelingt es mir, durch die schon in Angriff genommene Auflösung grosser Mengen der im Museum nach und nach von den grossen

*) Pogg. Ann. 1857, **101**, 311; 1857, **102**, 618, 621.
Vergl. auch Uricoechea, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1854, **91**, 249—252.
Pugh, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1856, **98**, 383—386; Journ. f. prakt. Chem. 1856, **69**, 309—310.
Wöhler, Sitzungsber. d. Wiener Akad., math.-naturw. Cl. 1852, **8**, 502.

) z. B. Rasgata: Wöhler, Sitzungsber. d. Wiener Akad., math.-naturw. Cl. 1852, **8, 502.
Magura: Weinschenk, Cohen, Brezina, Annalen d. k. k. naturhist. Hofmuseum in Wien 1889, **4**, 93—110; 1890, **5**, 112—114; 1891, **6**, 149—152, 165.

Blöcken des Toluca-Eisens abgeblätterten Rostrinde soviel Lösungsrückstand zu erhalten, um auf chemischem Wege darin den Zirkon zu bestätigen und den vermutheten Orthoklas und Apatit sicher nachzuweisen.

37. Chemische Zusammensetzung des Meteoreisens von Werchne Udinsk in Sibirien.

Von diesem seltenen und deshalb nur spärlich in den meisten Sammlungen vertretenen, 1854 gefundenen Meteoreisen giebt es bisher nur eine, wenig genaue Analyse von v. Kotschubei*).

Die hiesige Meteoritensammlung gestattete mir, ein 2,3547 g schweres Stück desselben näher zu untersuchen. Um möglichst die mittlere Zusammensetzung des Eisens zu erhalten, wurde das ganze Stück aufgelöst.

Nach dem sorgfältigen Reinigen mittelst scharfer Bürste mit Alkohol und Aether (zur Entfernung etwa anhaftender Schneid- und Schleifmittel) wurde das ganz rein metallische Stück nach der von E. Cohen**) angegebenen Methode binnen fünf Wochen in kalter, ganz verdünnter Salzsäure gelöst.

Die hierbei sich entwickelnden Gase durchstrichen eine Silberlösung, aus der nur unbestimmbare Mengen von Schwefelsilber ausgefällt wurden. Das angewandte Stück Meteoreisen enthielt mithin nur Spuren von Schwefeleisen (Troilit).

Der in so schwacher Salzsäure unlösliche Rückstand bestand aus schwarzen, kohligen, unter dem Mikroskope graphitartigen, zum grössten Theile verbrennbaren Schuppen, aus Silicatkörnchen und aus den in starker und warmer Salzsäure löslichen Blättchen und Nädelchen von Phosphornickeleisen (Schreibersit, Rhabdit) mit messinggelben Anlauffarben.

Unter dem Mikroskope näher untersucht bestehen die unlöslichen Silicate aus winzigen, unregelmässig begrenzten, farblosen, stets doppeltbrechenden Splittern, die ihrer Art nach nicht mit Sicherheit zu erkennen sind. Am meisten gleichen sie theils dem Quarz, theils dem farblosen Bronzit (Enstatit).

In der salzsauren Lösung konnten nur Phosphor, Kupfer, Magnesium***), Nickel und Kobalt neben dem Eisen nachgewiesen werden.

Auf die genaue Bestimmung von Nickel und Kobalt wurde die grösste Sorgfalt verwendet. Die geschiedenen Metalle erwiesen sich völlig rein.

---

*) G. Rose, Beschreib. u. Einth. d. Met. (Abhandl. d. Berl. Akad. 1863) 1864, 65 und Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1864, **16**, 355—356. Krantz, Verh. d. naturhist. Ver. pr. Rheinl. u. Westf. 1863, **22**, 19—20, Sitzungber.

) Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseum in Wien 1891, **6, 131 ff.

***) Es bleibt dahin gestellt, ob das Magnesium der Metalllegirung angehört, oder ob es selbst durch die schwache Säure dem etwa beigemengten Olivin entzogen worden ist.

Die quantitative Analyse ergab:

Schwefeleisen	Spur
Graphit	0,025
Silicate	0,008
Phosphornickeleisen	0,115
Phosphor	0,072
Magnesium	0,033
Kupfer	0,127
Kobalt	0,701
Nickel	7,309
Eisen	91,020 (Mittel aus 91,223 u. 90,818)
	99,410

Bei der schon mehrfach gemachten Annahme, dass der Phosphor von ganz fein dem Nickeleisen beigemengtem, bekanntlich in kalter dünner Salzsäure immerhin etwas löslichem Phosphornickeleisen herrührt, besteht das Meteoreisen aus:

Nickeleisen	98,812
Phosphornickeleisen	0,565
Graphit	0,025
Schwefeleisen	Spur
Silicate	0,008
	99,410

Dem Nickeleisen käme dann die Zusammensetzung zu:

			Mol.:
Magnesium	0,034		
Kupfer	0,129		
Kobalt	0,709	8,055	1,37 = 1
Nickel	7,346		
Eisen	91,782		16,42 = 12
	100,000		

Dieselbe entspricht beinahe der mittleren Zusammensetzung des Balkeneisens (Kamacit) 1 : 14; es treten mithin in dem Meteoreisen von Werchne Udinsk, wie das die Betrachtung der geätzten Schliffflächen schon zeigt, die nickelreicheren Tänitlamellen zwischen den breiten Balken sehr zurück. Sie sind so dünn und spärlich, dass sie sich beim Auflösen des Stückes in der kalten verdünnten Säure schon völlig mit dem Kamacit aufgelöst haben, während sie sonst mehr oder minder angenagt zurückbleiben.

38. Die Silicate im Meteoreisen von Netschaëvo in Russland.

Das 1846 bei Netschaëvo im Gouvernement Tula in Russland gefundene und durch J. Auerbach und W. Haidinger*) beschriebene Eisen zeichnet sich vor allem durch seine eckigen, von Haidinger für eingeschlossene Bruchstücke gehaltenen, bis wallnussgrossen Partien von Silicaten aus, welche übrigens auch in schlierenartigen Nestern und in einzelnen Körnern das Eisen durchsetzen.

Diese steinigen Nester sollen durch ihre Häufigkeit das Eisen manchmal wie eine Breccie erscheinen lassen, aber keine Störung des oktaëdrisch-schaligen Gefüges hervorrufen.

Aus einer Analyse berechnete Auerbach die mineralische Zusammensetzung dieser Nester zu:

72,98 %	Olivin
16,70 -	Nickeleisen (*Co*-haltig)
10,21 -	Plagioklas und Augit?
0,11 -	Chromit
Spur	Schwefeleisen
100,00	

Ihr Volumgewicht fand Haidinger = 4,153.

Von diesem werthvollen Eisen besitzt das hiesige Museum aus der Krantz'schen Sammlung ein 153 g schweres Stück, hier und da mit kleinen Silicatnestern, sowie einen 0,5 g schweren Splitter eines solchen.

Einen kleinen Theil des letzteren benutzte ich zu den folgenden Untersuchungen.

In kochender Salzsäure löst es sich nur theilweise auf unter Entbindung von Schwefelwasserstoff und Abscheidung steifer Kieselgallerte. In dieser Lösung konnten nur Eisen, Magnesia, Spur Thonerde, Kalkerde und Nickel, kein Chrom (Daubréelith) aufgefunden werden.

Der lösliche Antheil besteht demnach aus etwas Nickeleisen, reichlich Schwefeleisen, viel Olivin und etwas Plagioklas.

Der in Flusssäure gelöste Lösungsrückstand enthält viel Magnesia, wenig Eisen, etwas Thonerde und Kalkerde, Spur Natron, kein Kali. Das machte den Bestand aus Enstatit, vielleicht mit etwas Plagioklas wahrscheinlich.

---

*) W. Haidinger, Sitzungsber. d. Wiener Akad., math.-naturw. Cl. 1860, **42**, 507—518; 1864, **49**, 496. — Bull. d. l. soc. impér. des naturalistes de Moscou 1860, **33**, 362—376.

J. Auerbach, Bull. d. l. soc. imp. d. nat. de Moscou 1858, **31**, 331—332; 1862, **35**, 628—633. — Pogg. Ann. 1863, **118**, 363—367.

Unter dem Mikroskope betrachtet besteht der Lösungsrückstand aus kleinen Körnern oder Kornaggregaten und zwar überall von ganz gleicher Beschaffenheit. Sie sind farblos oder zart grün angehaucht, zu schwach zur Erkennung eines etwaigen Pleochroismus. Man könnte sie leicht mit Quarz verwechseln, wenn nicht hier und da deutliche prismatische Spaltbarkeit zu erkennen wäre, welcher ausnahmslos die Schwingungsrichtung des Lichtes folgt.

Das ist entscheidend für Enstatit. Körner von Plagioklas und Quarz konnten nicht sicher, solche von Augit, Zirkon, Chromit bestimmt nicht aufgefunden werden.

Die Silicate in diesem Meteoreisen sind mithin sehr abweichend von denen im Toluca-Eisen, sie bestehen aus Enstatit und Olivin nahezu in gleichen Mengen untermischt mit etwas Nickel- und Schwefeleisen, sowie mit etwas Plagioklas. Ob auch Chondren in diesem körnigen Gemenge sich einstellen, konnte bei dem spärlichen Beobachtungsmateriale nicht festgestellt werden.

Das Eisen von Netschaëvo vermittelt mithin einerseits Olivin- und Bronzit-Pallasite mit einander, andererseits die Mesosiderite mit dem Meteoreisen.

39. Sublimirte Mineralien vom Krufter-Ofen am Laachersee.

Unter diesem Titel hat K. Busz im dritten Theile dieser Mittheilungen Nr. 19*) Eisenglanzkrystalle beschrieben, die mit kleinen röthlichen Krystallen besetzt waren, welche er damals als Rutil bestimmte.

Neuere Funde von dort haben ihm aber gezeigt, dass alle diese rothen Krystalle Olivin sind, mögen dieselben auf den Eisenglanzkrystallen aufgewachsen sein oder in den Drusen des basaltischen Gesteines neben den Eisenglanzen sich befinden**).

40. Antimonnickel (Breithauptit) von St. Andreasberg im Harz.

K. Busz fand 1893 im Museum trefflich glänzende Krystalle von Antimonnickel (Breithauptit) im Kalkspath von St. Andreasberg.

Er unterzog dieselben einer erneuten krystallographischen Untersuchung, da seit dem Jahre 1840, in welchem Breithaupt dieses Mineral krystallographisch untersucht hatte, an demselben keine weiteren Beobachtungen angestellt worden sind***).

---

*) Diese Zeitschr. 1891, **19**, 24.

**) Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn 1894, 33.

***) Ebenda 32 f.

Die mit schwacher Säure aus dem Kalkspath herausgelösten Krystalle zeigen vorherrschend eine Pyramide, untergeordnet das hexagonale Prisma gleicher Stellung, die Basis und einmal eine Fläche einer steileren Pyramide der nämlichen Stellung.

Nimmt man das Antimonnickel isomorph mit Arsennickel (Rothnickelkies) und mit Schwefelnickel (Millerit, Beyrichit), folglich rhomboëdrisch-hemiëdrisch, so sind jene beobachteten Formen:

$$\{33\bar{6}4\}\tfrac{3}{2}P2,\ \{11\bar{2}0\}\infty P2,\ \{0001\}0R,\ \{7.7.\bar{1}\bar{4}.2\}7P2.$$

Aus den Messungen der herrschenden Pyramide berechnete Busz das Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 0{,}9962.$$

Es wurde an den Krystallen auch eine Zwillingsbildung nach $\{33\bar{6}4\}\frac{3}{2}P2$ beobachtet.

Nimmt man dagegen mit Breithaupt das Antimonnickel isomorph mit Magnetkies als holoëdrisch-hexagonal, so zeigen diese Krystalle die Combination:

$$\{30\bar{3}2\}\tfrac{3}{2}P,\ \{10\bar{1}0\}\infty P,\ \{0001\}0P,\ \{70\bar{7}1\}7P,$$

und das Axenverhältniss $a : c$ ist $1 : 0{,}8627$.

41. Eisenhaltige Opale im Siebengebirge.

Das Vorkommen von eisenhaltigen und deshalb gelben, grünen, braunen und braunrothen Opalen (Opaljaspis, Jaspopal) im Siebengebirge ist nach von Dechen ein sehr mannigfaltiges*).

Bald bildet er Gänge oder Kluftausfüllungen im Andesit (NW.-Abhang der Rosenau, Stenzelberg) oder im Trachyt (am Steinchen am SW.-Fusse des Drachenfels), bald Drusen- oder Kluftausfüllungen im Basalt (Obercassel, Limberg), ferner Gänge im Trachytconglomerat (Langenberg bei Heisterbach, Casselerheide, Rosenau), sodann auch Drusen- und Kluftausfüllungen, sowie das Versteinerungsmittel von Pflanzenresten (Holzopal) in den tertiären Kieselconglomeraten (Obercassel, Wintermühlenhof (Quegstein), Muffendorf).

Nach meinen seit einigen Jahren an besonders schönen, neuen Aufschlüssen angestellten Beobachtungen hat sich der Opal namentlich bei der Verwitterung (Kaolinisirung) der Trachytconglomerate (Tuffe) gebildet, die im Tertiär unmittelbar über den Kieselconglomeraten liegen und von den festen Trachyten, Andesiten und Basalten durchsetzt werden.

*) Geogn. Führer in das Siebengebirge am Rhein. Bonn 1861, 121, 158, 258, 264, 268, 272.

Durch die bei der Kaolinisirung der Feldspäthe abgeschiedene gelöste Kieselsäure scheinen die unter dem Trachyttuffe liegenden, bis dahin losen Quarzsande und Quarzgerölle zu Quarziten und Kieselconglomeraten verfestigt zu sein, und durch die Durchtränkung einzelner Partien des noch mehr oder weniger frischen Trachyttuffes oder der zahlreich in demselben eingeschlossenen bald grossen, bald kleinen Trachytbomben mit dieser Kieselsäure dürften die silicirten Trachyte entstanden sein, welche namentlich um die Rosenau vorkommen und so lange für Liparite angesprochen worden sind*).

Wohl die schönsten und grössten Knollen von Opal finden sich auf der jetzt an mehreren Stellen im Siebengebirge gut aufgeschlossenen Grenze von Trachyttuff und festen Eruptivgesteinen z. B. am Ostgehänge des Stenzelberges.

Die von Pohlig geäusserte Ansicht, diese Knollen seien nicht Eisenopal, sondern ein »Opalobsidian«**), veranlasste W. Bruhns***) solche von dort im hiesigen Museum niedergelegten Opale einer chemischen und mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen.

Erstere ergab dasselbe wie die früher von Schnabel, Bischof und von der Mark ausgeführten Analysen von Opalen des Siebengebirges.

In Kalilauge lösten sich 90,2 %, der in Salzsäure lösliche Rückstand enthielt nur Eisen; der Wassergehalt betrug 4,47 %.

Der Opal der benachbarten Rosenau ergab bei gleicher Behandlung 95,8 % löslich in Kalilauge und 4,4 % Wassergehalt.

Unter dem Mikroskope besteht der Stenzelberger Opal aus amorpher farbloser Masse, in welcher zahlreiche meist rundliche Anhäufungen brauner Eisenverbindungen liegen.

Der an und für sich farblose Opal umschliesst demnach wohl, wie v. Dechen schon vermuthet hatte, gleich dem gelben, Eisenkiesel, Brauneisenstein in ganz fein vertheiltem Zustande.

42. Kupferglanzzwilling nach {130}$\infty \breve{P}3$ von Bristol in Connecticut.

(E. Kaiser.)

Unter den zahlreichen und schönen im Besitze des hiesigen mineralogischen Museums befindlichen Kupferglanzzwillingen und Drillingen dieses Fundortes, bei denen sich die Streifen auf {001}0*P* unter fast 120° an der Zwillingsfläche {110}∞P treffen, fand sich auch ein Zwilling, bei dem die Streifen etwa 60° mit einander bildeten (vergl. nebenstehende Fig. 3, die

---

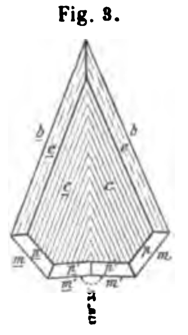
*) Verhandl. d. naturhist. Ver. pr. Rheinl. u. Westf. 1883, **40**, 391—396 und Sitzungsber. d. niederrheinischen Gesellsch. z. Bonn 1885, 119—127.

**) Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellsch. zu Bonn 1891, 70.

***) Ebenda 1893, 8.

in doppelter Grösse des Krystalles gezeichnet ist). Hier liegt mithin entweder ein Zwilling desselben Gesetzes vor, bei dem die Zusammenwachsungsfläche aber nicht die Zwillingsfläche {110}∞P, sondern die Normalfläche zu dieser ist, also ein sogenannter Durchkreuzungszwilling nach ∞P, oder aber ein Zwilling nach {130}∞P̆3, wie solche z. B. beim Cerussit bekannt geworden sind *).

Fig. 3.



Im ersteren Falle müssen die Prismenflächen m' und m̲' zusammenfallen, im letzteren Falle einen ganz stumpfen einspringenden Winkel einschliessen. Durch die Messungen im Fernrohrgoniometer konnte nun mit voller Sicherheit nachgewiesen werden, dass die Prismenflächen m, m', m̲', m̲, genau in derselben Zone liegen und dass die Flächen m' und m̲' einen Normalenwinkel von 0° 25' einschliessen.

Die gemessenen Winkel betrugen:

m : m' = (1$\bar{1}$0):(110) =	60° 13' 0"	} Mittel 60° 12' 15"
m̲ : m̲' = ($\bar{1}\bar{1}$0):($\bar{1}$10) =	60 11 30	
m' : m̲' = (110):(1$\bar{1}$0) =	0 25	
m : m̲ = (1$\bar{1}$0):($\bar{1}$10) =	120 7	

Aus dem Mittelwerthe des Prismenwinkels 60° 12' 15" berechnet sich der einspringende Winkel an der angenommenen Zwillingsgrenze {130}∞P̆3 zu 0° 24' 29".

Aus dem Vergleiche des gemessenen und berechneten Winkels ergiebt sich, dass die Annahme einer Zwillingsbildung nach ∞P̆3 voll berechtigt ist.

Der gemessene Prismenwinkel {110}∞P weicht von dem gewöhnlich angegebenen Werthe von 60° 25' erheblich ab **). Bestätigt wurde diese Abweichung noch durch Messungen an gut ausgebildeten Krystallen desselben Fundortes. Diese ergaben an Krystall Nr. 1 60° 18' 30", Nr. 2 60° 15', Nr. 3 60° 13'. Aehnliche Abweichungen hat schon Boeris angegeben **).

Messungen in einer anderen als der Verticalzone konnten wegen der starken Streifung nach der Brachydiagonale mit Sicherheit nicht vorgenommen werden.

Das Axenverhältniss des Kupferglanzes unterliegt demnach nicht unbeträchtlichen, vermuthlich in der chemischen Zusammensetzung begründeten Schwankungen.

Es sind mithin am Kupferglanz jetzt Zwillinge nach {110}∞P, {112}½P, {043}⅔P̆∞ ***), {011}P̆∞ und {130}∞P̆3 bekannt.

*) Pogg. Ann. 1875, **156**, 558.

) Diese Zeitschr. 1894, **23, 238.

***) oder {032}⅔P̆∞, wie Boeris, diese Zeitschr. 1894, **23**, 238 angiebt.

XXII. Auszüge.

1. P. von Jeremejeff (in St. Petersburg): **Ueber eine Stufe des nierenartigen Pseudomalachits (Lunnit, Phosphorkupfererz) von der Mjednorudjansk'schen Grube in der Umgegend von Nischnje-Tagilsk** (Verhandl. d. russ. kais. min. Gesellsch., Ser. II, 1892, **29**, 174—175).

Aderig-schalige Hüllen dieses Minerals werden von Rotheisenerz (das theilweise vom Mn-haltigen Brauneisenerz vertreten wird), kleinen tafelförmigen Eisenglanzkrystallen und hyalinen Anhäufungen der Kupferschwärze begleitet. Das in der Stufe überwiegende Rotheisenerz, von einer undeutlich aderigen Structur, vertritt theilweise die Substanz des ersten Minerals, und führt feinste Blättchen von Eisenglanz. Auf der sphäroidalen Oberfläche des Pseudomalachits und Rotheisenerzes aufgewachsen erscheinen kleine tafelförmige Eisenglanzkrystalle (3—5 mm), die immer mit einer dünnen Decke von Kupferschwärze umhüllt sind. Auch diese letztere vertritt oft die Pseudomalachitsubstanz der Hüllen. Augenscheinlich haben wir es hier mit Pseudomorphosen von Rotheisenerz und von Kupferschwärze nach Pseudomalachit zu thun.

Nach der Meinung des Verfs. wird in diesem Falle vorher Vivianit (unter der Wirkung von Lösungen der Bicarbonate von FeO und MnO) gebildet, der später in Roth- und theilweise Brauneisenerz umgewandelt wird (Manganoxyd könnte hierbei mechanisch beigemischt werden); das Kupfer des primären Minerals giebt die Kupferschwärze, welche reich an Mangan ist. Die früher erwähnten krystallinischen Blättchen des Eisenglanzes sind von secundärer Entstehung.

Ref.: A. Karnojitzky.

2. Derselbe: Ueber Anglesit von der Nikolaewsk'schen Blei- und Silbergrube im Altai (Ebenda 193—195).

Aggregate kleiner Körner, sowie glänzender, deutlich ausgebildeter, 2—10 mm grosser Krystalle. Die ganze Masse ist grauschwarz gefärbt, in Folge der darin vorhandenen grossen Menge mikroskopischer Krystalle von Bleiglanz; grössere, auf den Wänden der Hohlräume der krystallinischen Anglesitmasse aufgewachsene Krystalle sind an beiden Enden ausgebildet und aschgrau oder weiss. Unter Annahme des Axenverhältnisses $\breve{a} : \bar{b} : \dot{c} = 0,60894 : 1 : 0,77556$ (nach N. J. v. Kokscharow) sind die beobachteten Formen: $\{016\}\frac{1}{6}\breve{P}\infty$, $\{110\}\infty P$ und $\{111\}P$ vorherrschend, ferner: $\{120\}\infty\breve{P}2$, $\{122\}\breve{P}2$, $\{011\}\breve{P}\infty$ und $\{001\}0P$; die Flächen der Basis fehlen an den kleinen Krystallen. Der Verf. fand folgende Winkelwerthe:

$(110):(100)$	$=$	$38^0\ 8'$ gemessen		
$(110):(1\bar{1}0)$	$=$	76 19	-	
$(110):(120)$	$=$	19 21	-	
$(120):(1\bar{2}0)$	$=$	115 4	-	
$(110):(111)$	$=$	25 33	-	
$(111):(100)$	$=$	44 52	-	
$(111):(122)$	$=$	18 26	-	
$(016):(0\bar{1}6)$	$=$	24 18	-	
$(016):(0\bar{1}6)$	$=$	24 18	-	24 15 24″ ber.
$(016):(001)$	$=$	12 10 0	gem.,	12 7 42 -
$(016):(011)$	$=$	40 7 0	-	40 4 33 -
$(016):(110)$	$=$	82 30 0	-	82 32 41 -

In den Gruben des Altaischen Bergbezirks ist Anglesit vom Verf. zum ersten Male constatirt.

Ref.: A. Karnojitzky.

3. P. von Jeremejeff (in St. Petersburg): **Ueber eine neu entdeckte pseudomorphe Umwandlung des Arsenoliths in Realgar, von der Tatianinsk'schen Bleigrube „Utsah-Kun" in Karkarela, Prov. Sjemipalatinsk** (Verhandl. d. russ. kais. min. Gesellsch., Ser. II, 1892, **29**, 204).

Nach J. A. Antipow's Angaben finden sich hier Erznester und Agglomerate in den Sandsteinschichten; die Erz-führende Gangart ist lockerer Quarz, welcher Bleiocker, Manganoxyde, Bleiglanz, Weissbleierz und Anglesit führt. Die erwähnte Pseudomorphose erscheint in einer Druse mit sehr deutlich ausgebildeten, von aussen meistentheils orange gefärbten, parallel in der Richtung der rhombischen Axen verwachsenen, oktaëdrischen Krystallen des Arsenoliths (Arsénite, Arsenikblüthe) As_2O_3. In Folge pseudomorpher Umwandlung sind die meisten auf den oberflächlichen Theilen der Druse vorhandenen Arsenolithkrystalle orange gefärbt; die im Inneren der Druse sitzenden Krystalle zeigen die gewöhnliche oktaëdrische Spaltbarkeit, weisse Färbung und gewöhnlichen Glasglanz des unveränderten Arsenoliths. Die beschriebene Pseudomorphose ist zuerst vom Verf. constatirt.

Ref.: A. Karnojitzky.

4. Derselbe: Ueber eine Pseudomorphose des Brauneisens nach Markasit vom westlichen Ural (vom Kynowsk'schen Bergwerk beim Flusse Tschussowaja) (Ebenda 221—225).

Die vom Verf. beschriebene Concretion Kieselsäure und Mangan enthaltenden Brauneisensteins (S fehlt vollkommen) zeigt mehr oder weniger radiale Verwachsung mehrerer Pseudokrystalle, deren oberflächliche Theile wenig glänzende, aber deutlich ausgebildete Flächen darbieten; mehrere, mittelst des J. Hirschwald'schen Mikroskopgoniometers ausgeführte Messungen ergaben folgende Winkelwerthe:

$(011)\breve{P}\infty(l)$	$:(01\bar{1})\breve{P}\infty(l)$	$=$	$78^0 47'$	
$(011)\breve{P}\infty(l)$	$:(013)\frac{1}{3}\breve{P}\infty(v)$	$=$	51 10	
$(011)\breve{P}\infty(l)$	$:(001)0P(p)$	$=$	50 25	
$(013)\frac{1}{3}\breve{P}\infty(v)$	$:(01\bar{3})\frac{1}{3}\breve{P}\infty(v)$	$=$	136 2	
$(013)\frac{1}{3}\breve{P}\infty(v)$	$:(001)0P(p)$	$=$	21 40	
$(011)\breve{P}\infty(l)$	$:(\underline{011})\frac{1}{3}\breve{P}\infty(\underline{l})$	$=$	55 50	Zwillingswinkel.
$(013)\frac{1}{3}\breve{P}\infty(v)$	$:(\underline{013})\frac{1}{3}\breve{P}\infty(v)$	$=$	26 22	

Die Krystalle gehören Gehmacher's III. Typus an und bilden Sechslinge nach dem Gesetze des Speerkieses, an denen der einspringende Winkel des gewöhnlichen Vierlings (von $61^{0}\,28'$) mit der Substanz der undeutlich ausgebildeten Individuen V und VI ausgefüllt ist, wie es bei den Markasitkrystallen von englischen Fundorten der Fall ist. Diese seltene Pseudomorphose des Brauneisenerzes nach Markasit ist für den Ural neu.

Unveränderte Markasitkrystalle, die zu demselben Typus der krystallographischen Formenentwickelung, sowie der Zwillingsverwachsung gehören, hat der Verf. früher im blauen untercambrischen Thone am Flusse Tosna (St. Petersb. Gouv.) gefunden.

Ref.: A. Karnojitzky.

5. P. von Jeremejeff (in St. Petersburg): **Ueber Berylle vom Mursinskschen Bezirk im Ural** (Verhandl. d. kais. russ. min. Gesellsch., Ser. II, 1892, **29**, 230—231).

Gelblichgrüne, der E. O. Romanovsky'schen Sammlung angehörige Krystalle, 10—40 mm lang, 2,3 mm dick, zeigen überwiegend $\{19.1.\bar{2}\bar{0}.1\}20P\frac{20}{19}$, manchmal ausschliesslich nur mit den Prismen $\{10\bar{1}0\}\infty P$ und $\{pq\bar{r}0\}\infty Pn$ combinirt; einige der untersuchten Krystalle zeigen, ausser sehr schwach entwickelten Flächen $\{10\bar{1}1\}P$ und $\{0001\}0P$, deutlich ausgebildete, doch nur einzeln aufgetretene Flächen der Prismen $\{21\bar{3}0\}\infty P\frac{3}{2}$ und $\{13.1.\bar{1}\bar{4}.0\}\infty P\frac{14}{13}$, deren erste bei den Beryllkrystallen schon längst bekannt, letzte erst jetzt vom Verf. nachgewiesen ist.

	Gemessen:	Berechnet:
$(19.1.\bar{2}\bar{0}.1):(1.19.\bar{2}\bar{0}.1)$ =	$5^{0}\ 0'\ 40''$	$5^{0}\ 3'\ 56''$
$(1.\bar{2}\bar{0}.\bar{1}\bar{9}.1)$: - =	54 44 20	54 40 48
$(19.1.\bar{2}\bar{0}.1):(19.1.\bar{2}\bar{0}.\bar{1})$ =	—	10 9 54
$(21\bar{3}0):(13.1.\bar{1}\bar{4}.0)$ =	15 28 50	15 26 10
$(10\bar{1}0)$: - =	3 37 30	3 40 14
$(13.1.\bar{1}\bar{4}.0):(1.13.\bar{1}\bar{4}.0)$ =	7 24 10	7 20 28
$(\bar{1}.13.\bar{1}\bar{4}.0):(1.14.\bar{1}\bar{3}.0)$ =	52 41 50	52 39 32
$(10\bar{1}0):(21\bar{3}0)$ =	19 5 30	19 6 24
$(21\bar{3}0):(12\bar{3}0)$ =	—	38 12 48
$(12\bar{3}0):(\bar{1}320)$ =	21 44 40	21 47 13

Ref.: A. Karnojitzky.

6. Derselbe: Ueber Pseudomorphosen von Vesuvian nach Epidot von der Jeremejeff'schen Grube, Bez. Slatoust (Ebenda 239—240).

Diese Pseudomorphosen erscheinen in Drusen auf der derb krystallinischen Vesuvianmasse aufgewachsen und von Klinochlor und etwas Diopsid begleitet. Die 3×1 cm grossen Krystalle zeigen folgende Formen: $\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $\{001\}0P$, $\{\bar{1}11\}+P$, $\{011\}(\bar{P}\infty)$ (diese Formen sind überwiegend entwickelt) und $\{101\}-\bar{P}\infty$, $\{201\}-2\bar{P}\infty$, $\{\bar{1}01\}+\bar{P}\infty$, $\{\bar{4}03\}+\frac{4}{3}\bar{P}\infty$, $\{\bar{2}01\}+2\bar{P}\infty$. An den kleineren Epidotkrystallen sind die charakteristische Spaltbarkeit, braungelbe Färbung, lebhafter Glanz und andere Eigenschaften des Epidots erhalten; manche sind an beiden Enden ausgebildet und mit einer dünnen, leicht abtrennbaren mikrokrystallinischen hellgrünen Klinochlordecke umhüllt. Die meisten (grösseren) Epidotkrystalle sind vollkommen in ein dichtes Aggregat von apfelgrünen

Vesuviankörnern mit geringer Beimischung kleinster gelblichbrauner Granatkörner, sowie mit Einschlüssen von einzelnen hellgrünen Klinochlorblättchen, umgewandelt worden.

Ref.: A. Karnojitzky.

7. Derselbe: Ueber Pseudomorphosen von Klinochlor nach Epidot von der Paraskevia-Eugenieskischen Grube im Ural (Schischimgebirge) (Ebenda 241). — Deutlich ausgebildete, bräunlichgelb gefärbte, stark glänzende Epidotkrystalle (1—1,5 cm), die deutliche Spaltbarkeit zeigen und von kleinen, gut ausgebildeten im Klinochlorschiefer befindlichen Klinochlordrillingen begleitet werden. Vorherrschende Entwickelung bietet $\{100\}\infty P\infty$ dar, das mit der schwächer entwickelten Basis $\{001\}0P$ und den untergeordneten $\{102\}-\frac{1}{2}P\infty$, $\{101\}-P\infty$, $\{201\}-2P\infty$, $\{\bar{1}01\}+P\infty$, $\{\bar{2}01\}+2P\infty$, $\{\bar{1}11\}+P$, $\{011\}$ $P\infty$ und $\{110\}\infty P$ combinirt ist. Gleichzeitig mit den unveränderten Epidotkrystallen findet man an einer und derselben Druse matte, gleichmässig graulichgrün gefärbte Pseudokrystalle, deren Substanz in ein Aggregat fast mikroskopischer Blättchen graulichgrünen Klinochlors umgewandelt ist. Im Inneren dieser Pseudokrystalle beobachtet man manchmal unregelmässige Hohlräume; unter dem Mikroskope wird geringe Beimischung kleinster röthlichbrauner Granatkörner constatirt.

Ref.: A. Karnojitzky.

8. Derselbe: Ueber Pseudomorphosen von Magneteisen nach Perowskit von der W. Bjedikorzew'schen Perowskitgrube und von der Jeremejeff'schen Grube, Bez. Slatoust (Ebenda 248—250).

Hier beobachtet man bisweilen an einer und derselben Stufe gleichzeitig mit den ganz unveränderten Perowskitkrystallen auch Pseudokrystalle, die von Klinochlor, manchmal auch von Magneteisen und Kalkspath begleitet werden. Die meisten Krystalle resp. Pseudokrystalle des Perowskits von den beiden Gruben zeigen die überwiegende Entwickelung von $\{100\}$, der mit untergeordneten Flächen von $\{111\}$ und von Pyramidenwürfeln combinirt ist; in der Jeremejeff'schen Grube werden manchmal (selten) grosse unveränderte Perowskitkrystalle (3 cm) gefunden, die, im Gegensatze zu den anderen, die überwiegende Entwickelung von $\{111\}$ zeigen.

Die Pseudokrystalle besitzen zum Theil mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Spaltbarkeit nach $\{100\}$, andere stellen eine dichte, ganz gleichartige Masse des Magneteisens ohne wahrnehmbare Spaltbarkeit dar. In beiden Fällen üben sie eine starke Wirkung auf die Magnetnadel aus. Manche Krystalle enthalten etwas Titan. Nach der Meinung des Verfs. wird hier die chemische Umwandlung des Perowskits in Magneteisen durch die vorhergehende Bildung des Hydroilmenits (des zersetzten Ilmenits) und dann des gewöhnlichen Ilmenits erleichtert, der später in Magneteisen übergeht. Diese Pseudomorphosen sind vom Verf. zuerst constatirt.

Manchmal (selten) werden die Pseudokrystalle von Magneteisen von aussen in Fe_2O_3 umgewandelt, welches aber niemals die Zusammensetzung des reinen Martits ergiebt.

Ref.: A. Karnojitzky.

9. P. von Jeremejeff (in St. Petersburg): **Ueber Pseudomorphosen von Ilmenit nach Perowskit von der Jeremejeff'schen Grube und der W. Rjedikorzew'schen Perowskit-Grube, Bez. Slatoust** (Verhandl. d. kais. russ. min. Gesellsch., Ser. II, 1892, **29**, 250—251).

In der Jeremejeff'schen Grube werden diese Pseudomorphosen recht oft im körnigen Kalkspath angetroffen und vom Klinochlor und Waluëwit begleitet. Hier kann man an grossen würfligen Pseudokrystallen, deren Kanten 2—3 cm messen, verschiedene Phasen der allmählichen Pseudomorphosirung der fast frischen Perowskitsubstanz in Titaneisen völlig deutlich beobachten. Dabei bleibt die innere mimetische Structur der Perowskitkrystalle ganz unverändert, während sie bei den Pseudomorphosen von Magneteisen nach Perowskit fehlt. Hier geht die Pseudomorphosirung immer von aussen nach innen. Die Würfelflächen der Pseudokrystalle sind bisweilen mit einer dünnen Hülle der kleinsten, glänzenden und deutlich ausgebildeten tafelförmigen Ilmenitkrystalle bedeckt. Grosse Pseudokrystalle üben eine sehr starke Wirkung auf die Magnetnadel aus.

Die Pseudomorphosen von Ilmenit nach Perowskit sind zuerst vom Verf. beobachtet.

Ref.: A. Karnojitzky.

10. W. F. Aljexjejeff (in St. Petersburg): **Ueber eine neue Varietät des Bergwachses aus dem Gouv. Kaluga** (Ebenda 201—203).

Diese von N. W. Kudrjawtzew entdeckte weiche wachsähnliche Substanz erinnert an die dichten Modificationen des Torfes, doch sind in der Mitte der porösen weiss bis braun gefärbten Masse dichte Agglomerate (Concretionen) von einer hellgelben Färbung zerstreut. Die chemische und physikalische Untersuchung der porösen Masse und der gelben Agglomerate hat ihre Identität gezeigt. Spec. Gew. bei 20° C. 0,950, Schmelzpunkt 64°—65° C. Die Analyse ergiebt sehr wenig Asche, ungefähr 0,7 %. Löslichkeitsfähigkeit (in Alkohol und Benzol) sehr gering; Zusammensetzung: *C* 75,5, *H* 12,5, *O* 12,0 %.

Beim Erhitzen giebt dieser Körper H_2O und eine weisse flüssige Substanz, deren spec. Gew. bei 20° C. 0,786 ist, Siedepunkt 240°, weshalb diese Flüssigkeit auch als ein Leuchtmittel dienen kann. Die Zusammensetzung derselben ist: *C* 83,4, *H* 13,8 %. Die fehlenden 2,8 % entsprechen, nach der Meinung des Verfs., dem ungeänderten, in der Flüssigkeit gebliebenen Wachse.

Die Zusammensetzung des letzteren steht derjenigen des früher vom Herrn W. Aljexjejeff untersuchten Bogheads (*C* 77,4, *H* 10,14), dessen Asche eine thonartige Substanz bildet, der *KHO* nicht färbt und theilweise in Aether löslich ist, sehr nahe. Der Verf. setzt die Identität der organischen Massen der beiden Mineralien voraus.

Das Auftreten des reinen gelben Bergwachses mitten in der porösen Masse desselben erklärt uns das Zusammenauftreten der kohlehaltigen Körper von einer und derselben Zusammensetzung, doch mit verschiedenem Aschengehalt, z. B. in der Umgegend des Dorfes Schunga u. d. a.

In Folge dessen, dass wir es in diesem Falle mit einer wirklich neuen Varietät des Bergwachses zu thun haben, wäre es, nach der Meinung des Referenten, geeignet, dieses Mineral nach dem Namen des Untersuchers mit einem neuen Namen — Alexjejewit — zu bezeichnen.

Ref.: A. Karnojitzky.

11. Th. N. Tschernyscheff in St. Petersburg): **Ueber die Ramjejew'sche Goldlagerstätte im Orskischen Kreise** (Ebenda 225—226).

Ein Diabasporphyrit, dessen Grundmasse und porphyrartige, stark zersetzte Plagioklas- und Augitausscheidungen beträchtliche Mengen secundären Chlorits und Calcits enthalten, und ein ähnlich zusammengesetzter Tuff zeigen reiche Ausscheidungen von Gold in Spalten und Rissen der Gangart, während seine kleinsten Theilchen in der Masse der letzteren zerstreut sind. Nach Th. Tschernyscheff's Betrachtungen sind hier (wie es auch bei den Diallag- und Gabbrogesteinen der Fall ist) das Integriren und Individualisiren des Goldes mit der Metamorphosirung des primären Bisilicats und mit seiner Umwandlung in die H_2O-haltigen Verbindungen verbunden, wie es vom Verf. früher für die Goldlagerstätten des südlichen Urals nachgewiesen worden war (Mém. du Comité géol. d. l. Russie, **8**, No. 4, 306—309).

Ref.: A. Karnojitzky.

12. Derselbe: Ueber die Erzlagerstätten im Nagolnyi-Gebirge (Ebenda 234—239). — Es werden hier folgende Mineralien vom Verf. erwähnt: Zinkblende, Bleiglanz, Fahlerz, Chlorsilber und gediegenes Silber, Embolit, Eisenkies und Kupferkies, deren Lagerstätten in der Nähe der Dörfer Nagoljtschick und Nagolnyi liegen. Die Erze beschränken sich hauptsächlich auf die Quarz- und Kalkspathadern etc., die sich in den Schiefern hier und da finden.

Ref.: A. Karnojitzky.

13. J. W. Muschkjetoff (in St. Petersburg): **Ueber die primäre Platinlagerstätte im westlichen Ural** (Ebenda 229—230).

Vom Verf. wurden die von N. A. Jossa aus der ersten primären Platinlagerstätte (Bez. der Unter-Tagyl'schen Bergwerke, Martial'sches System, Solowiew-Gebirge, $2\frac{1}{2}$ km von den Aurora'schen Wäschen) erhaltenen Stufen folgender Gesteine untersucht:

1) Chromeisenstein mit anhaftendem Talk, Serpentin und deutlich unterscheidbaren Platinkörnern,

2) zersetzter Serpentin mit Ausscheidungen von Chromeisenstein und

3) feinkörniges, dunkelgrün gefärbtes Olivingestein, das aus Olivin- und Serpentinkörnern zusammengesetzt ist. Unter dem Mikroskope (im polarisirten Lichte) zeigt es eine netzartige Structur in Folgen dessen, dass jedes Olivinkorn vom Serpentin umhüllt ist.

Ref.: A. Karnojitzky.

14. G. Wulff (in Warschau): **Ueber Vereinfachung der krystallographischen Berechnungen** (Ebenda 58—64).

Seien x_1', x_2', x_3' die drei Coordinaten irgend eines Punktes eines Krystallelements, welches als eine Gerade von einer bestimmten Richtung betrachtet und auf die anderen Elemente des Krystalls als auf die Coordinatenaxen bezogen wird. Um zu den gewöhnlichen rechtwinkligen Coordinaten überzugehen, die nach den drei willkürlichen, zu einander senkrechten, einen und denselben Anfangspunkt mit den ersteren besitzenden Axen genommen sind, wenden wir die Transformationsformeln an:

$$\begin{aligned}
x_1 &= x_1' \cos(x_1'x_1) + x_2' \cos(x_2'x_1) + x_3' \cos(x_3'x_1)\,, \\
x_2 &= x_1' \cos(x_1'x_2) + x_2' \cos(x_2'x_2) + x_3' \cos(x_3'x_2)\,, \\
x_3 &= x_1' \cos(x_1'x_3) + x_2' \cos(x_2'x_3) + x_3' \cos(x_3'x_3)\,.
\end{aligned}$$

Seien e_1', e_2', e_3' die Indices des gegebenen Elements bezüglich der früher angenommenen Axen, so haben wir:

$$x_1' : x_2' : x_3' = p_1 e_1' : p_2 e_2' : p_3 e_3'\,.$$

Die Coordinaten x_1, x_2 und x_3 kann man als Indices, welche dem Falle $p = 1$ entsprechen, betrachten. Von diesem Gesichtspunkte charakterisiren die Indices x_1, x_2 und x_3, die wir jetzt mit e_1, e_2, e_3 bezeichnen, den gegebenen Krystall als einen regulären (tesseralen). Also nehmen die Transformationsformeln folgende Form an:

$$\begin{array}{c} e_1 \\ \hline e_2 \\ \hline e_3 \end{array} \begin{array}{c} = \\ = \end{array} \begin{array}{c} p_1 e_1' \cos(x_1'x_1) + p_2 e_2' \cos(x_2'x_1) + p_3 e_3' \cos(x_3'x_1) \\ \hline p_1 e_1' \cos(x_1'x_2) + p_2 e_2' \cos(x_2'x_2) + p_3 e_3' \cos(x_3'x_2) \\ \hline p_1 e_1' \cos(x_1'x_3) + p_2 e_2' \cos(x_2'x_3) + p_3 e_3' \cos(x_3'x_3) \end{array}\,. \tag{1}$$

Ersetzen wir jetzt $\cos(x_i'x_k)$ mit Coëfficienten, deren Eigenschaften noch zu untersuchen sind, so wird diese Formel (1) uns E. S. Fedorow's »Gleichungen der Projectivität« darbieten.

Seien zwei Gleichungen für zwei Elemente, deren Symbole (e_1', e_2', e_3') und (e_1'', e_2'', e_3'') sind; sei ferner $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)$ das Symbol eines Elements, welches mit Hülfe des Zonenzusammenhanges aus zwei Daten abgeleitet wird, z. B. einer Fläche, die durch zwei Kanten, oder einer Kante, die durch zwei Flächen bestimmt wird; setzen wir der Kürze wegen auch $\cos(x_i'x_k) = \alpha_{ik}$, so ergiebt es:

$$\begin{array}{c} \varepsilon_1 \\ \hline \varepsilon_2 \\ \hline \varepsilon_3 \end{array} \begin{array}{c} = \\ = \end{array} \begin{array}{c}
\frac{1}{p_1}\begin{vmatrix} \alpha_{22} & \alpha_{23} \\ \alpha_{32} & \alpha_{33} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_2' & e_3' \\ e_2'' & e_3'' \end{vmatrix} + \frac{1}{p_2}\begin{vmatrix} \alpha_{23} & \alpha_{21} \\ \alpha_{33} & \alpha_{31} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_3' & e_1' \\ e_3'' & e_1'' \end{vmatrix} + \frac{1}{p_3}\begin{vmatrix} \alpha_{21} & \alpha_{22} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_1' & e_2' \\ e_1'' & e_2'' \end{vmatrix} \\ \hline
\frac{1}{p_1}\begin{vmatrix} \alpha_{32} & \alpha_{33} \\ \alpha_{12} & \alpha_{13} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_2' & e_3' \\ e_2'' & e_3'' \end{vmatrix} + \frac{1}{p_2}\begin{vmatrix} \alpha_{33} & \alpha_{31} \\ \alpha_{13} & \alpha_{11} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_3' & e_1' \\ e_3'' & e_1'' \end{vmatrix} + \frac{1}{p_3}\begin{vmatrix} \alpha_{31} & \alpha_{32} \\ \alpha_{11} & \alpha_{12} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_1' & e_2' \\ e_1'' & e_2'' \end{vmatrix} \\ \hline
\frac{1}{p_1}\begin{vmatrix} \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ \alpha_{22} & \alpha_{23} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_2' & e_3' \\ e_2'' & e_3'' \end{vmatrix} + \frac{1}{p_2}\begin{vmatrix} \alpha_{13} & \alpha_{11} \\ \alpha_{23} & \alpha_{21} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_3' & e_1' \\ e_3'' & c_1'' \end{vmatrix} + \frac{1}{p_3}\begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{vmatrix}\begin{vmatrix} e_1' & e_2' \\ e_1'' & e_2'' \end{vmatrix}
\end{array}\,.$$

Ziehen wir folgende Determinante in Betracht

$$\begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & \alpha_{33} \end{vmatrix}\,,$$

bezeichnen wir die ihrem Gliede α_{ik} adjungirte Subdeterminante durch s_{ik} und ersetzen wir die e' und e'' enthaltenden Determinanten durch die Indices ε_1', ε_2' und ε_3', so erhalten wir:

$$\begin{array}{c} \varepsilon_1 \\ \hline \varepsilon_2 \\ \hline \varepsilon_3 \end{array} \begin{array}{c} = \\ = \end{array} \begin{array}{c}
\frac{1}{p_1} s_{11}\varepsilon_1' + \frac{1}{p_2} s_{12}\varepsilon_2' + \frac{1}{p_3} s_{13}\varepsilon_3' \\ \hline
\frac{1}{p_1} s_{21}\varepsilon_1' + \frac{1}{p_2} s_{22}\varepsilon_2' + \frac{1}{p_3} s_{23}\varepsilon_3' \\ \hline
\frac{1}{p_1} s_{31}\varepsilon_1' + \frac{1}{p_2} s_{32}\varepsilon_2' + \frac{1}{p_3} s_{33}\varepsilon_3'
\end{array}\,. \tag{2}$$

Beide Formeln (1) und (2), welche die Berechnung der Symbole eines beliebigen Krystallelements, in der Voraussetzung, dass es dem tesseralen System zugehört, gestatten, können noch weiter vereinfacht werden. In der Wirklichkeit sind neun cos dieser Formeln unter einander durch sechs Gleichungen verbunden, deren drei die Form annehmen:

$$\cos^2(x_1'x_i) + \cos^2(x_2'x_i) + \cos^2(x_3'x_i) = 1 ,$$

drei andere:

$$\cos(x_i'x_1)\cos(x_k'x_1) + \cos(x_i'x_2)\cos(x_k'x_2) + \cos(x_i'x_3)\cos(x_k'x_3) = \cos(x_i'x_k') .$$

Folglich können wir diesen drei Grössen $\cos(x_i'x_k')$ einen willkürlichen Werth geben, z. B.

$$\cos(x_2'x_1) = \cos(x_3'x_1) = \cos(x_3'x_2) = 0 .$$

D. h. die Axe OX_3' fällt mit der Axe OX_3 zusammen, die Axe OX_2' liegt in der Ebene der Axen OX_3 und OX_2.

Bezeichnen wir die Winkel: $(x_2'x_3')$, $(x_3'x_1')$ und $(x_1'x_2')$ durch X_1, X_2 und X_3, ausserdem $\cos(x_i'x_k)$ durch α_{ki}, so erhalten wir:

$$\begin{aligned}
\alpha_{31} &= \cos X_2 , \\
\alpha_{32} &= \cos X_1 , \\
\alpha_{22} &= \cos X_1 , \\
\alpha_{21} &= \frac{\cos X_3 - \cos X_1 \cos X_2}{\sin X_1} , \\
\alpha_{11} &= \sqrt{1 - \alpha_{21}^2 - \cos^2 X_2} .
\end{aligned} \tag{5}$$

Daraus folgt (Formel 1):

$$e_1 : e_2 : e_3 = p_1\alpha_{11}e_1' : p_1\alpha_{21}e_1' + p_2\alpha_{22}e_2' : p_1\alpha_{31}e_1' + p_2\alpha_{32}e_2' + p_3e_3' \tag{6}$$

und (Formel 2):

$$\varepsilon_1 : \varepsilon_2 : \varepsilon_3 = \frac{\varepsilon_1'}{p_1}\alpha_{22} - \frac{\varepsilon_2'}{p_2}\alpha_{21} + \frac{\varepsilon_3'}{p_3}(\alpha_{21}\alpha_{32} - \alpha_{22}\alpha_{31}) : \frac{\varepsilon_2'}{p_2}\alpha_{11} - \frac{\varepsilon_3'}{p_3}\alpha_{11}\alpha_{32} : \frac{\varepsilon_3'}{p_3}\alpha_{11}\alpha_{22} \tag{7}$$

Es ist nicht schwer, die Formeln (8) und (9) festzustellen, die uns die Möglichkeit geben, bei den gegebenen Symbolen e und ε zu den Symbolen e' und ε' überzugehen:

$$p_1e_1' : p_2e_2' : p_3e_3' = \alpha_{22}e_1 : \alpha_{11}e_2 - \alpha_{21}e_1 : (\alpha_{21}\alpha_{32} - \alpha_{22}\alpha_{31})e_1 - \alpha_{11}\alpha_{32}e_2 + \alpha_{11}\alpha_{22}e_3 \tag{8}$$

$$\begin{array}{c} \varepsilon_1'/p_1 \\ \hline \varepsilon_2'/p_2 \\ \hline \varepsilon_3'/p_3 \end{array} = \begin{array}{c} \alpha_{11}\varepsilon_1 + \alpha_{21}\varepsilon_2 + \alpha_{31}\varepsilon_3 \\ \hline \alpha_{22}\varepsilon_2 + \alpha_{32}\varepsilon_3 \\ \hline \varepsilon_3 \end{array} \tag{9}$$

Nehmen wir als Ausgangspunkt die Gesammtheit der Kanten eines Krystalls an, bezeichnen wir $p_1 : p_2 : p_3$ — in diesem Falle nichts anderes als das Axenverhältniss des Krystalls — durch $a_1 : a_2 : a_3$, so sind X_1, X_2 und X_3 die Winkel zwischen den Axen (wir bezeichnen sie durch ω_1, ω_2, ω_3), e' und e die Indices der Kanten η' und η, und $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)$ ist das Symbol einer Fläche (h_1, h_2, h_3). Wenn wir aber als Ausgangspunkt die Gesammtheit der Normalen zu den Flächen annehmen, so werden die Parameter p_1, p_2, p_3 (durch A_1, A_2, A_3 bezeichnet) aus den Grössen a_1, a_2, a_3, ω_1, ω_2, ω_3 mittelst der Gleichung

$$A_1 : A_2 : A_3 = \frac{\sin\omega_1}{a_1} : \frac{\sin\omega_2}{a_2} : \frac{\sin\omega_3}{a_3} \tag{10}$$

abgeleitet. In diesem Falle sind X_1, X_2 und X_3, die wir durch Ω_1, Ω_2 und Ω_3 bezeichnen, die Winkel zwischen den Normalen, die wir als die Axen annehmen, e_i und e_i' sind die Indices h_i und h_i' einer Fläche, und $(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3)$ ist das Symbol einer Kante.

Der Verf. giebt zwei Ausdrücke für die Gleichung (6), nämlich:

für die Kanten:

$$\begin{array}{c} \eta_1 \\ \hline \eta_2 \\ \hline \eta_3 \end{array} = \begin{array}{c} a_1\eta_1'\alpha_{11}' \\ \hline a_1\eta_1'\alpha_{21}' + a_2\eta_2'\alpha_{22}' \\ \hline a_1\eta_1'\alpha_{31}' + a_2\eta_2'\alpha_{32}' + a_3\eta_3' \end{array}$$

und für die Flächen:

$$\begin{array}{c} h_1 \\ \hline h_2 \\ \hline h_3 \end{array} = \begin{array}{c} A_1 h_1'\alpha_{11}'' \\ \hline A_1 h_1'\alpha_{21}'' + A_2 h_2'\alpha_{22}'' \\ \hline A_1 h_1'\alpha_{31}'' + A_2 h_2'\alpha_{32}'' + A_3 h_3' \end{array}$$

wo α_{ik}' die Determinante, worin X_i durch ω_i, α_{ik}'' die Determinante, worin x_i durch Ω_i ersetzt ist, bedeutet.

Als die Axen OX_1', OX_2' und OX_3' nimmt man die Elemente (100), (010) und (001), als die Axen OX_1, OX_2 und OX_3 die entsprechenden Elemente des tesseralen Systems an.

Ref.: A. Karnojitzky.

15. G. Wulff (in Warschau): **Die Eigenschaften einiger pseudosymmetrischer Krystalle im Zusammenhange mit der Theorie der Krystallstructur** (Verhandl. d. russ. kais. min. Gesellsch., Ser. II, 1892, **29**, 65—130).

Das Hauptsächliche dieser Arbeit (Capitel II, III, V und VI) ist schon früher in dieser Zeitschrift theils referirt, theils als Original erschienen. Neu ist eine Erklärung der optischen Anomalien der Krystalle, welche man im ersten und zweiten Capitel findet.

Hier setzt der Verf. die moderne Theorie der Krystallstructur im Zusammenhange mit der Geschichte dieser Theorie auseinander und definirt darauf den Begriff des Grades der krystallinischen Homogenität. Als Consequenzen unserer Anschauungen über die krystallinische Homogenität erscheinen:

Bravais' Gittertheorie und Sohncke's Theorie der regelmässigen Punktsysteme, deren letzte später von Schoenflies und Fedorow erweitert zu der modernen Theorie der regelmässigen Systeme der Figuren entwickelt wurde. Der Verf. kommt zu dem Schlusse, dass »die Bravais'schen Raumgitter als specielle Fälle der regelmässigen Systeme betrachtet werden können«, wobei »jedes regelmässige Punktsystem als ein Aggregat der Bravais'schen Raumgitter erscheint«, also »die Gestalt des höheren Grades der krystallinischen Homogenität« »der des niedrigeren Homogenitätsgrades« (Raumgitter) gegenüber darbietet.

Daraus folgt, dass »die Bravais'sche Theorie ausreicht, die Structur derjenigen Krystalle zu erklären, die ihren physikalischen Eigenschaften nach dem Falle des niedrigeren Homogenitätsgrades entsprechen«.

Damit lässt der Verf. die Unbestimmtheit der Mallard'schen Annahme der Vermischung der krystallinischen Netze bei Seite, indem er den Begriff des Grades der krystallinischen Homogenität feststellt.

Also wenn die Homogenität höheren Grades, in Folge der Bedingungen der Krystallisation, nicht voll erreicht, oder das Vermischen der krystallinischen Netze nicht voll verwirklicht wird, so haben wir einen pseudosymmetrischen Krystall, welcher das Zerfallen in die Individuen der niedrigeren Symmetrie zeigt. Können diese Individuen sich isoliren und unabhängig vom zusammengesetzten Krystalle vorkommen, so haben wir es mit dem Polymorphismus des krystallinischen Stoffes (Kalkspath und Aragonit) zu thun.

Im Falle dass diese Homogenität erreicht wird und zweiaxige Netze sich nach Schraubenaxen lagern, so kann man das Drehungsvermögen des gegebenen Krystalles constatiren.

Im sechsten Capitel (S. 53—66) wird aus Helmholtz's Dispersionsformel die Relation zwischen n dem Brechungsquotienten und d der Körperdichte abgeleitet, die sich durch die Formel

$$n^2 - 1 = Ad$$

ausdrücken lässt, worin die Differenz $n^2 - 1$ sich proportional zur Körperdichte ändert.

Dann berechnet der Verf. nach besonderen, von ihm abgeleiteten Formeln die mittleren Brechungsexponenten des Aragonits und des Calcits aus den in der Litteratur vorhandenen Daten, und kommt zu dem Schlusse, dass das Verhältniss von $n^2 - 1$ des Aragonits zu $n^2 - 1$ des Calcits beinahe gleich dem Verhältnisse der Dichten der beiden Mineralien ist, woraus folgt, der Aragonit stelle ein Aggregat derselben Molekeln dar, wie Calcit, und beide Mineralien unterscheiden sich von einander nur durch ihre Dichte und durch die Symmetriegrösse ihrer Molekelanordnung.

Also ist vom Gesichtspunkte dieser Folgerung der höhere Homogenitätsgrad beim Calcit und der niedrigere beim Aragonit gleichwie die Identität der elementaren Gitter dieser beiden Mineralien anzunehmen, woraus folgt, diese Annahme finde nur unter der Bedingung statt, dass die Aragonitmolekel selbst dissymmetrisch sei, oder mit anderen Worten: die Molekel, folglich auch die Krystalle des Aragonits entsprechen ihrer Symmetrie nach der Hemiëdrie des rhombischen Systems.

Diese Voraussetzung wird durch Beckenkamp's Beobachtungen der Aetzfiguren des Aragonits bestätigt.

Dieser Versuch des Verfs., die Identität der Molekeln der beiden Mineralien zu beweisen, ist ohne Zweifel viel befriedigender, als der früher (siehe diese Zeitschr. 17, 600) aufgestellte, wie er es auch selbst anerkennt.

Die Relation $n^2 - 1 = Ad$ wird in folgender Weise abgeleitet.

Helmholtz's Dispersionsformel ist:

$$n^2 - 1 = -P\lambda^2 + Q \frac{\lambda^4}{\lambda^2 - \lambda_m^2},$$

wo

$$P = \frac{\beta m}{\lambda_m^2 (\beta + \gamma)\mu}, \qquad Q = \frac{\beta^2 m}{\lambda_m^2 (\beta + \gamma)^2 \mu}$$

ist. Da aber, auf Grund der experimentellen Daten, $P = Q$ ist, woraus folgt:

$$\frac{\beta m}{\lambda_m^2 (\beta + \gamma)\mu} = \frac{\beta^2 m}{\lambda_m^2 (\beta + \gamma)^2 \mu},$$

oder einfach

$$\gamma = 0,$$

so ist anzunehmen:

$$P = Q = \frac{m}{\lambda_m^2 \mu} = c \frac{d}{\lambda_m^2 \delta},$$

wo c eine Constante ist, d die Dichte der Substanz, δ die Dichte des Aethers bedeutet.

Folglich wird die Dispersionsformel so ausgedrückt:

$$n^2 - 1 = c \cdot \frac{d}{\delta} \cdot \frac{\lambda^2}{\lambda^2 - \lambda_m^2}$$

oder:

$$n^2 - 1 = c \cdot \frac{d}{\delta},$$

denn auf Grund der experimentellen Daten ist λ_m beträchtlich kleiner als λ.

Vorausgesetzt, dass die Dichte des Aethers sich gleichzeitig mit der Dichte der Substanz sehr wenig oder gar nicht ändert, kann man annehmen, dass

$$n^2 - 1 = Ad.$$

Um den mittleren Brechungscoëfficienten des doppeltbrechenden Krystalls zu berechnen, ist vorher die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes zu finden. Die Lichtgeschwindigkeiten in der Richtung, welche die Winkel θ' und θ'' mit den optischen Axen einschliesst, kann man durch zwei Radienvectoren der Flächen der normalen Geschwindigkeit folgendermassen ausdrücken:

$$r_1^2 = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{2} \cos(\theta' - \theta''),$$

$$r_2^2 = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{2} \cos(\theta' + \theta''),$$

worin a und c die Axen der maximalen resp. der minimalen optischen Elasticität des Krystalls darstellen, indem c den schiefen Winkel der optischen Axen halbirt.

Da aber r_1 und r_2 sehr wenig von einander verschieden sind, so kann man annehmen:

$$u^2 = \tfrac{1}{2}(r_1^2 + r_2^2) = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{2} \cdot \cos\theta' \cos\theta'',$$

wo u die mittlere Geschwindigkeit bedeutet.

Bezeichnen wir im Falle polarer Coordinaten durch φ die Länge, durch ω den polaren Abstand und durch $2V$ den Axenwinkel, so erhalten wir:

$$\cos\theta' = \cos V \cdot \cos\omega + \sin V \cdot \sin\omega \cdot \cos\varphi\,,$$
$$\cos\theta'' = \cos V \cdot \cos\omega - \sin V \cdot \sin\omega \cdot \cos\varphi\,.$$

Folglich:

$$u^2 = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{2}(\cos^2 V \cdot \cos^2\omega - \sin^2 V \cdot \sin^2\omega \cdot \cos^2\varphi).$$

Die mittlere Grösse von u^2, welche wir durch U^2 bezeichnen, kann man aus der Formel:

$$U^2 = \frac{a^2+c^2}{2} + \frac{a^2-c^2}{2}\left(\cos^2 V\int_0^\pi \frac{\cos^2\omega}{\pi}\,d\omega - \sin^2 V\int_0^\pi \frac{\sin^2\omega}{\pi}\,d\omega\int_0^\pi \frac{\cos^2\varphi}{\pi}\,d\varphi\right)$$

berechnen, woraus hervorgeht:

$$U^2 = \frac{a^2 + c^2}{2} + \frac{a^2 - c^2}{4}\left(1 - \tfrac{3}{2}\sin^2 V\right),$$

oder, wenn man $U = \frac{1}{N}$, $a = \frac{1}{\alpha}$ und $c = \frac{1}{\gamma}$ setzt und statt V (der Winkel der äusseren conischen Refraction) W (der Winkel der inneren conischen Refraction) annimmt, so kann man die vorige Formel in folgende Form bringen:

$$N^2 = \frac{\alpha^2 + \gamma^2}{2} + \frac{\alpha^2 - \gamma^2}{4}\left(1 - \tfrac{3}{2}\sin^2 W\right),$$

die für die einaxigen Krystalle noch einfacher ausgedrückt wird durch

$$N^2 = \frac{3\,\omega^2 + \varepsilon^2}{4},$$

wo ω und ε die Brechungsexponenten des ordinären und des extraordinären Strahles sind.

Der Verf. fügt folgende Tabelle der auf Grund seiner Formeln berechneten Grössen N^2 und $\frac{{}_aN^2 - 1}{{}_cN^2 - 1}$ bei:

Spectr.-Linie	Aragonit	Kalkspath	$\frac{{}_aN^2 - 1}{{}_cN^2 - 1}$
B	${}_aN_B{}^2 = 2{,}696$	${}_cN_B{}^2 = 2{,}599$	1,060
D	${}_aN_D{}^2 = 2{,}712$	${}_cN_D{}^2 = 2{,}614$	1,061
H	${}_aN_H{}^2 = 2{,}780$	${}_cN_H{}^2 = 2{,}685$	1,057

Die Resultate stimmen vollkommen mit dem berechneten Verhältnisse der Dichten der beiden Mineralien, welches 1,077 ist, überein.

[Der Ref. könnte hier nur beifügen, dass wir, vom Gesichtspunkte der von

ihm vorgeschlagenen Polymerisationstheorie (Paramorphosirungstheorie) der pseudosymmetrischen Krystalle, im Falle des Aragonits keineswegs mit der Polymerisation der physikalischen Molekel des Kalkspaths zu thun haben, denn es sind nicht alle von den für die Hemiëdrie des rhombischen Systems charakteristischen Symmetrieelementen (drei zweizählige Symmetrieaxen) in der Zahl der Symmetrieelemente der Kalkspathkrystalle vorhanden (siehe auch das folgende Referat); es entsteht die Frage, ob dieser Umstand damit zusammenhängt, dass Kalkspath niemals optisch anomale Krystalle liefert].

Ref.: A. Karnojitzky.

16. **A. Karnojitzky: Einige Betrachtungen über die mögliche Ursache der optischen Anomalien der Krystalle** (Russisches Bergjournal 1892, Nr. 10; vergl. auch diese Zeitschr. 1891, **19**, 571—592).

Augenscheinlich gewährt die oben referirte Hypothese die dritte der bekannten Erklärungsarten, welche optisch anomale Krystalle als pseudosymmetrische oder mimetische auffassen. Mallard's Theorie ist die zuerst erschienene; doch stellt sie nichts anderes als eine figürliche, dabei vollkommen mathematisch entwickelte Formulirung der beobachteten Erscheinungen dar; sie ist die Theorie der Structur, doch nicht die der Ursachen, welche diese Structur eines optisch anomalen Krystalls hervorrufen; die Ursache selbst, der Ursprung des so zu sagen mimetischen Wesens, gleichwie der unbegreiflichen Vermischung der Individuen bleibt unbekannt.

Im Jahre 1888 suchte zuerst der Verf. die naturwissenschaftliche Bedeutung, sowie den wahren Ursprung der mimetischen Krystallausbildung wahrzunehmen. Wie es aus dem i. J. 1889 (Februar) im Drucke erschienenen »Jahresbericht d. kais. St. Petersburger Universität für 1888, S. 92—94« hervorgeht, wurde u. A. vom Verf. vorausgesetzt »die Polymerisation, d. h. das Zusammentreten mehrerer chemischen und physikalischen Molekel« und »die dadurch hervorgerufene Umwandlung der immer anfangs sich bildenden Form höherer Symmetrie in die Form niedrigerer Symmetrie«. Selbstverständlich ist mit diesen wenigen Worten auch das bei diesen Vorgängen unvermeidliche Verschwinden der betreffenden Symmetrieelemente durch das erwähnte Zusammentreten je zweier, je dreier etc. Molekeln, also durch Bildung der zusammengesetzten physikalischen Molekel des polymerisirten Körpers, während die übrigen Symmetrieelemente, da die äussere Form unverändert bleibt, beibehalten werden, gleichwie die directe Proportionalität der Molekelzahl mit dem Symmetriegrade ausgesprochen. Da aber ausser der Polymerisation auch verschiedene andere Arten der Molekelbildung (z. B. Isomerisation etc.) stattfinden können, so hat der Verf. eine andere viel allgemeinere Methode zur Betrachtung der Symmetrieverhältnisse des paramorphosirten Krystalls vorgeschlagen und in erster Linie entwickelt, und erst dann hauptsächlich diejenigen Beispiele in Betracht gezogen, bei denen der secundäre elementare Krystall keine neuen (hinsichtlich des primären) Symmetrieelemente (Polymerisation) besitze (z. B. der tetragonal-skalenoëdrisch-paramorphosirte Boracit), diese Methode ist auf dem Princip des minimalen Energieaufwandes (bei den molekularen Umlagerungen während der Paramorphosirung) begründet (siehe diese Zeitschr. 1891, **19**, 571—592).

Das Vorhandensein solcher optisch anomalen Stoffe, die einen Uebergang von den Krystallen des Boracittypus zu den Krystallen des Granattypus gewähren, wie z. B. der vom Verf. untersuchte Apatit (s. diese Zeitschr. 1893, **22**, 78—80)

hat noch mehr die Voraussetzung des Verf. bestätigt, dass »der Einfluss der Paramorphosirungsrichtungen und der Paramorphosirungsspannungen zwei Factoren seien, welche die Orientirung der Axen der optischen Elasticität an verschiedenen Stellen eines optisch anomalen Krystalls bestimmen; die gleichzeitige Wirkung der beiden Factoren in verschiedenen Richtungen (oder im verschiedenen Sinne) die Schwankungen der Auslöschungsrichtungen, die man an den studirten Präparaten beobachtet, beeinflussen«, worin die Mallard'sche Vermischung der Individuen ihre Erklärung findet.

Zwei Jahre später (1891) hat Herr E. von Fedorow des Verf. Betrachtungen über die Polymerisation und die damit hervorgerufene Erniedrigung der Symmetrie, d. h. das Verschwinden der im Krystall vorhandenen Symmetrieelemente wiederholt und diese Symmetrieerniedrigung viel augenscheinlicher auf Grund der neueren Bestimmungen der Symmetrie und der Symmetrieelemente formulirt, womit auch die Proportionalität der Molekelzahl der neu eingeführten »Symmetriegrösse« fester gestellt wurde. Später (1893) hat Herr E. von Fedorow in der russischen Ausgabe seiner Schrift »Minimumprobleme in der Lehre der Symmetrie« (Verhandl. d. russ. kais. min. Gesellsch. 1893, 30, 49) des Verf. Priorität bezüglich der Paramorphosirungstheorie der optischen Anomalien voll anerkannt (leider fehlt diese Anmerkung in der deutschen Ausgabe derselben Notiz im N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1894, 1, 60). Andererseits suchte Herr E. von Fedorow zuerst gleichzeitig mit der Erklärung der optischen Anomalien auch (1891) die Structur der betreffenden Mineralien auf Grund seiner (Ende 1890 erschienenen) Untersuchungen über die Symmetrie der regelmässigen Systeme der Figuren zu bestimmen, während diese Ableitung auf der Voraussetzung des Verschwindens der einen oder der anderen Symmetrieelemente des gegebenen Structurschemas begründet wird. Die Priorität dieser letzten Ableitung gehört vollkommen Herrn E. von Fedorow allein.

Was aber die vom Ref. früher untersuchten Mineralien: Turmalin und Apatit betrifft, so ist zu bemerken, dass beide Mineralien, vom Standpunkte der Polymerisirung und der damit hervorgerufenen Paramorphosirung aus, als zur Hemiëdrie des monoklinen Systems zugehörig aufzufassen sind; doch geht beim Apatit die Symmetrieebene normal, beim Turmalin parallel zur Hauptaxe des primären Krystalls; ausserdem haben wir beim Apatit das Zerfallen in sechs, beim Turmalin in drei Individuen; die wahre Structur des letzteren ist durch den starken Einfluss der Paramorphosirungsspannungen vollkommen verdeckt. Vom Gesichtspunkte der Polymerisation kann man Turmalin nicht als rhombisch, wie es früher Mallard, später der Verf. voraussetzt, sondern als monoklin-hemiëdrisch betrachten.

Auch im Falle des Boracits des gewöhnlichen Typus, d. h. wenn der tesserale Krystall in zwölf Individuen niedrigerer Symmetrie den Granatoëderflächen entsprechend zerfällt, haben wir es mit der Hemiëdrie des monoklinen Systems*) zu thun, denn in Folge des Verschwindens von zwei- und dreizähligen

*) Der deutschen Ausgabe der referirten Arbeit ist S. 584, Z. 30 v. o. eine Anmerkung beizufügen, dass beim Boracit, d. h. bei einem tetraëdrischen Mineral, die zur rhombischen Axe senkrecht stehende Fläche nur 1 Richtung der Symmetrie, nicht 1 + 1 Richtung, wie es bei den holoëdrisch-tesseralen Stoffen der Fall ist, enthält, wobei ich als die Richtung der Symmetrie die Gerade, welche die gegebene ebene Figur in zwei symmetrische Theile halbirt, betrachtete, während die verschiedenartigen Symmetrierichtungen separat, z. B. 2 + 2, 3 + 3 bezeichnet wurden. Es sei mir gestattet, an dieser Stelle auch einen anderen, mehr wesentlichen, obwohl ganz zufälligen Fehler, welcher

Symmetrieaxen und in Folge der regelmässigen Vertheilung der sechs (resp. zwölf) gebliebenen Symmetrieebenen zwischen zwölf entstandenen Subindividuen wird die Symmetrie je eines solchen durch das Vorhandensein der einzelnen Symmetrieebene, welches man durch Messen der kleinen Boracitkrystalle von Westeregeln unmittelbar constatiren kann, bestimmt.

Jetzt stellt der Ref. die Frage auf, ob wir es bei den optisch anomalen krystallinischen Stoffen ausschliesslich mit der Polymerisation der Molekeln, d. h. mit dem damit verbundenen Fehlen irgend eines neuen Symmetrieelements beim secundären Krystalle zu thun haben, oder hierin auch diejenigen Fälle möglich seien, wenn das secundäre Subindividuum neue, bei der primären Modification fehlende Symmetrieelemente besitzt, wo in Folge das Princip der kleinsten Wirkung das einzige Kriterium der Orientirung, auch der Symmetrie (Blende-Wurtzit) des secundären Krystalls gewährt; doch scheint, nach der Meinung des Ref., der letzte Fall weniger möglich als der erste, wie es aus dem Beispiele des Aragonits und des nie optisch anomalen Krystalle bildenden Calcits (s. das Referat Nr. 15) ersichtlich ist.

Schliesslich ist hinzuzufügen, dass die Polymerisirungs- und Paramorphosirungstheorie der optischen Anomalien keineswegs die bekannte scharfsinnigste Theorie des Herrn Brauns, welche dieselben durch die Veränderungen des Molekelvolumens bei den durch isomorphe Beimischungen optisch anomalen Stoffen erklärt, beseitigt; denn könnte man nach der Meinung des Ref. auch vom Gesichtspunkte der Brauns'schen Theorie den sogen. »Einfluss der Schichtungskanten«, z. B. des Prismas der ersten Ordnung, wie es beim Apatit von Ehrenfriedersdorf der Fall ist, mit der Spaltbarkeit nach dem Prisma, d. h. mit der verschieden intensiven Veränderung des Molekelvolumens nach den verschiedenen Richtungen des Krystalls in Einklang bringen, so wäre es unzweifelhaft bewiesen, dass dieser »Einfluss der Schichtungskanten« sich ausschliesslich in den Richtungen der minimalen oder der maximalen Cohäsion äussert (vergl. z. B. die Dithionate des Bleis und des Strontiums u. s. w.).

Ref.: A. Karnojitzki.

17. A. Inostranzew (in St. Petersburg): **Ueber die primäre Lagerstätte des Platins im Ural** (Travaux de la Soc. des Naturalistes à St. Pétersbourg, **22**, fasc. II, 1892, 17—27).

Der Verf. war der erste Forscher, welcher diese von Bergarbeitern entdeckte erste Lagerstätte des Platins im Ural besuchte und untersuchte, wie es auch aus einer Anmerkung des Verfs. (S. 23) ersichtlich ist. In diesem Vorkommen (Bez. der Unter-Tagyl'schen Bergwerke, Martial'sches System, Solowiew-Gebirge, $2\frac{1}{2}$ km

---

in meiner früher erschienenen Arbeit über die optische Anomalie des Berylls vom Ilméngebirge (diese Zeitschr. **19**, 209—219) vorhanden ist, zu redressiren; und zwar lese man S. 214, Z. 1 und 8 v. oben und S. 217, Z. 3 v. oben statt »Axe d. kleinsten« »Axe d. grössten Elasticität« (d. Gypsblättchens), auch S. 214, Z. 19 u. 31 v. oben und S 217, Z. 6 v. oben statt »Axe d. grössten« »Axe d. kleinsten Elasticität«. Als ich den Ursprung dieser Ungenauigkeit zu erkennen suchte, constatirte ich, dass in dem einen der beiden verschiedenen, den Seibert'schen Mikroskopen beigegebenen Gypsblättchen (Roth I. Ordnung), die ich gelegentlich meiner Untersuchung angewandt habe, die Axe der kleinsten Elasticität MM' richtig, in dem anderen unrichtig markirt war, da in dem letzteren MM' mit der Axe der grössten Elasticität zusammenfällt. Zu gleicher Zeit erlaube ich mir, die Herren Fachgenossen auf diesen Orientirungsmangel empfindlicher Gypsblättchen aufmerksam zu machen. Der Ref.

von den Aurora'schen Wäschen) beschränkt sich das gediegene Platin auf die Peridotite (Dunite). Fig. 4, Taf. IV der bekannten Arbeit von M. E. Wadsworth, Lithological studies 1884, p. 125, erinnert den Beobachter sehr an das Gestein des Solowiew'schen Berges, doch fehlt in dem letzteren der Enstatit vollkommen.

Ref.: A. Karnojitzky.

18. C. **Bogdanowitsch** (in St. Petersburg): **Die Fundorte des Nephrits im Kuen-lün** (Verhandl. d. kais. russ. min. Gesellsch. 1892, **29**, 153—162).

Unter Anderem beschreibt der Verf. sieben primäre Lagerstätten des Nephrits, die im Gebiete der Flusssysteme: Jarkjend-Daria, Tysnab, Kara-Kasch, Jurun-Kasch, Keria-Daria, Kara-Muran und Tatlyk-Su bekannt sind; von den alluvialen Fundorten werden einige, nämlich im Gebiete der Flusssysteme: Jurun-Kasch, Kara-Kasch und Tysnab, regulär ausgebeutet. Verschiedene chinesische Benennungen dieses Gesteins fallen mit verschiedenen Entstehungsweisen der Nephritstücke zusammen: mit dem Namen »tschaasy-tasch« bezeichnen die Chinesen die von den primären Lagerstätten stammenden Nephritstücke, mit dem Namen: »su-tasch«, »zyr-tasch« und »kasch-tasch« mehr (»su-tasch«) oder weniger (»kasch-tasch«) gerollte im postpliocänen Alluvium (»zyr-tasch«) oder im heutigen Alluvium (»su-tasch«) vorkommende Nephritstücke. Es ist bemerkenswerth, dass die Lagerstätten des Nephrits sich im Kuen-lün hauptsächlich auf die Pyroxengesteine beschränken.

Ref.: A. Karnojitzky.

19. **P. P. Orlow** (in Moskau): **Ueber die Veränderungen der Krystallform des Chlornatriums im Zusammenhange mit der chemischen Zusammensetzung, sowie mit einigen Eigenschaften der Lösungen, woraus dieses Salz sich ausscheidet** (Protok. d. 18. Sitzung der Moskauer naturf. Gesellsch., Chem.-Abth.).

Aus den reinen wässerigen Lösungen scheidet sich $NaCl$ bekanntlich bei gewöhnlicher Temperatur in der Form des Würfels aus; dieselbe Form zeigt es auch bei der in höherer Temperatur (+ 100° C. und höher) stattfindenden Ausscheidung.

Scheidet man $NaCl$ mittelst gasförmiger Salzsäure ab, so erscheinen zuletzt an den Würfeln auch oktaëdrische Flächen; bei der Krystallisation aus gesättigten $NaOH$-Lösungen erhielt man (im Einklange mit Frankenheim's Angaben) Oktaëder, die manchmal mit den Würfelflächen combinirt waren; Oktaëder erscheinen auch bei der Krystallisation aus 41% Lösung von $CaCl_2$, gleichwie aus dem geschmolzenen Hydrat von $CaCl_2 + 6H_2O$ (beim raschen Abkühlen). Das Auftreten von Oktaëdern und Cubooktaëdern beobachtet man auch bei der Ausscheidung von $NaCl$ aus den Lösungen von Fe_2Cl_6, $NiCl_2$, $MnCl_2$, $SnCl_2$, $CdCl_2$, $PbCl_2$, doch nur bei einer gewissen genügend starken Concentration derselben. In Anwesenheit des Doppelsalzes von $NaCl$ und $HgCl_2$ wurde unter dem Mikroskope das Auftreten von {110} (?) beobachtet, worauf schon Herr Voight im Jahre 1857 hingewiesen hat. Im Beisein von Borsäure (s. Boedant) scheiden sich aus den chemisch unreinen Lösungen von $NaCl$ Oktaëder und Würfeloktaëder in Drusen aus. In Anwesenheit von Na_2CO_3, $ZnCl_2$, $PtCl_4$, $NaNO_3$, $CoCl_2$, $Na_2S_2O_3$, Na_2HPO_4 wurden keine Oktaëder und keine Cubooktaëder beobachtet. Bei der Krystallisation aus Aethylalkohol erscheinen Oktaëderflächen, im Falle des Methylalkohols treten keine solche auf.

Der Verf. kommt zu dem Schlusse, dass die Veränderung der Krystallform

von $NaCl$ meistentheils erst in den Fällen, wenn in die Lösung ein Körper, welcher entweder mit dem H_2O der Lösung, oder mit $NaCl$ in Verbindung tritt, eingeführt wird, also in den Fällen, in welchen wir es mit einer wesentlichen, tief greifenden Umwandlung der Lösung, gleichwie ihrer Eigenschaften (z. B. Capillarität) zu thun haben, stattfindet. Doch bilden sich die Würfel von $NaCl$ ausschliesslich sogar im Falle der Doppelsalze von $NaCl$ mit $ZnCl_2$ und $PtCl_4$.

Ref.: A. Karnojitzky.

20. R. Prendel (in Odessa): **Ueber die Krystallform des Benzophenons** (Schmelzp. 36° C.) (Journ. d. russ. physik.-chem. Gesellsch. 1892, Nr. 8, 622).

Es sind bis jetzt zwei Modificationen des Benzophenons bekannt: das gewöhnliche rhombische Benzophenon, Schmelzp. 48° C., und das von Zinke entdeckte weniger stabile, Schmelzp. 36° C. Nach Angaben des Verfs. zeigen Krystalle der letzteren von Herrn S. Tanatar erhaltenen Modification »monokline Prismen mit einem Pinakoid. Die genauere Untersuchung war unmöglich, da die Krystalle sich oft ohne wahrnehmbare Ursache in Krystalle der stabileren Modification umwandeln, während sie vollkommen ihren Habitus ändern«. Auf Grund seiner kryoskopischen Untersuchungen und der Untersuchungen über die Umwandlungswärme des monoklinen Benzophenons in das rhombische, wie über Krystallisationswärme der beiden geschmolzenen Modificationen u. s. w. glaubt Herr C. Tanatar, dass die beiden Modificationen des Benzophenons wirklich im krystallinischen Zustande existiren, jedoch im flüssigen Zustande keine Verschiedenheit stattfindet. Nach Tanatar's Angaben kann unter gewissen Bedingungen sich auch die rhombische Modification in die monokline umwandeln.

Ref.: A. Karnojitzky.

21. K. von Chrustschoff (in St. Petersburg): **Ueber das Vorhandensein von Germanium in den Niobium- und Tantal-haltigen Mineralien** (Ebenda Nr. 2—3, S. 130). — Vom Verf. wurden Spuren von Ge in Samarskit, Tantalit, Fergusonit, Niobit, Gadolinit u. s. w. nachgewiesen; das erste Mineral enthält bis 1,5 % Ge, dieser Umstand ist von hohem praktischen Interesse, da der Argyrodit sehr selten ist.

Ref.: A. Karnojitzky.

22. A. Lacroix (in Paris): **Zeolithvorkommen in jurassischen Kalken** (Compt. rend. 1892, **114**, 377). — In den schwarzen, Couzeranit führenden Kalken des Ariège-Dep. finden sich auf Klüften: Chabasit und Stilbit (Puflerit) an mehreren Orten, besonders in der Nähe des Contactes mit Lherzolith. Im Allgemeinen kommen in den Pyrenäen mehr kalkreiche als natronreiche Zeolithe vor, jedoch in den verschiedensten Gesteinen, die meisten auf den Spalten des Gneisses und Feldspath führenden Glimmerschiefers.

Ref.: P. Groth.

23. Derselbe: Ueber die Krystallform und das Vorkommen des Andalusits im Ariège (Ebenda 955). — Der Andalusit findet sich in feinkörnigen Pegmatitgängen des Gneisses und in quarzreichen, grobkörnigen Pegmatiten oder Quarzgängen, welche im Glimmerschiefer aufsetzen; röthlich, in kleinen Krystallen durchsichtig; in Quarzlinsen des Glimmerschiefers bis 20 cm lange Prismen, auf dem Schiefer aufgewachsen und gegen den Quarz ausgebildet mit den Formen:

{110}, {100}, {010}, {210}, {001}, {101}, {011}. Begleiter in den Pegmatiten Granat, Turmalin, Korund; in den Quarzgängen Turmalin und sehr grosse Krystalle von Cordierit, in Glimmer umgewandelt.

Im Gegensatze zu den primären Andalusiten der eruptiven Gesteine ist derjenige der umgebenden Glimmerschiefer undeutlich krystallisirt, seiner metamorphischen Bildung entsprechend.

In den Kalken findet sich kein Andalusit (die früheren Angaben beruhen auf Verwechselung mit Couzeranit und anderen Mineralien).

Ref.: P. Groth.

24. A. Terreil (in Paris?): **Analyse eines chromhaltigen Thones aus Brasilien** (Ebenda 983). — Das malachitgrüne, wachsartig aussehende, an der Zunge haftende, Smectit-ähnliche Mineral stammt von Tocantin bei Cametà. Schmilzt vor dem Löthrohre zu einem rothen Email.

SiO_2	46,20
Al_2O_3	18,18
Cr_2O_3	1,69
Fe_2O_3	0,92
CaO	1,23
MgO	3,94
H_2O	26,64
	98,80

Ref.: P. Groth.

25. A. Carnot (in Paris): **Fluorgehalt des Phosphorits** (Ebenda 1003). — Eine grössere Anzahl von Analysen ergab, dass die krystallinischen Phosphorite mit faseriger Textur fast genau die der Formel eines normalen Fluorapatits entsprechende Zusammensetzung haben, die erdigen und derben weniger Fluor enthalten, die schaligen und nierenförmigen fast fluorfrei sind, während das Phosphat der sedimentären Kugeln, der phosphatführenden Sande u. s. w. den normalen Fluorgehalt zeigt.

Ref.: P. Groth.

26. A. Lacroix (in Paris): **Ueber den Dioptas vom Congo** (Compt. rend. 1892, **114**, 1384). — An den schönen Krystallen eines der Vorkommen bei Minduli auf dem Wege nach Brazzaville, französischer Congo, beobachtete der Verf. die Formen: $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}0\}$ und die Rhomboëder dritter Art $\{31\bar{4}2\}$ und $\{12\bar{3}2\}$. Basische Schnitte zeigen drei zweiaxige Sectoren, deren Axenebene parallel der langen Diagonale; $2E$ bis 25^0. Ein Prisma gab für *Na*-Licht: $\omega = 1,644$, $\varepsilon = 1,697$.

Ref.: P. Groth.

27. Derselbe: Ueber den Axinit der Pyrenäen (Ebenda 1892, **115**, 739). — In der Gegend von Barèges, wo das Mineral früher nur von einem Fundorte bekannt war, erscheint dasselbe überall an der Nordseite des Massivs von Néouvielle am Contact des Granits mit den paläozoischen Kalken, welche in Idokras- und Granatfels umgewandelt sind oder diese Mineralien dort, wo noch Kalkspath vorhanden ist, in schönen Krystallen enthalten. Der Axinit ist jünger, als dieselben, und bildet zahlreiche Adern in den metamorphosirten Kalken; seltener erscheint

er auch im Granit, auf dessen Fumarolenwirkung seine Entstehung zurückzuführen ist. Er tritt in zwei Varietäten auf:

1) Durchsichtige, sehr blass violette Krystalle vom Habitus derjenigen des Oisans mit den Formen (Stellung von Des Cloizeaux): $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, minder häufig $\{112\}$, ausnahmsweise noch: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{1\bar{3}0\}$, $\{011\}$, $\{\bar{1}32\}$, $\{\bar{1}21\}$, $\{\bar{3}54\}$; mit blätterigem Calcit auf schmalen Adern.

2) Kaum durchscheinende, dunkel violette Tafeln nach $\{001\}$, ähnlich denen von Bottalak, mit $\{1\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}11\}$ und sehr kleinen Flächen von $\{100\}$, $\{010\}$, $\{011\}$, $\{112\}$, $\{\bar{1}32\}$, $\{\bar{1}21\}$, $\{\bar{3}54\}$. Auf etwas breiteren Gängen mit Calcit, Quarz, Pyroxen und grünem Amphibol, zuweilen in derbem Gemenge mit diesen Mineralien den »Limurit« Zirkel's bildend.

An dem zweiten, schon früher bekannten Fundorte, der Piquette Déraslids, kommt der Axinit in nach der Verticalaxe verlängerten Krystallen mit Quarz, Epidot, Asbest und Prehnit auf Spalten der Amphibolite, im Contact mit Granit, vor.

Ref.: P. Groth.

28. H. Le Chatelier (in Paris): **Ueber die Schmelzung des kohlensauren Kalkes** (Compt. rend. 1892, **115**, 817 und 1009).

A. Joannis: Ueber die Schmelzung des kohlensauren Kalkes (Ebenda 934 und 1296).

Nach den Versuchen von J. Hall müsste der Schmelzpunkt des Calciumcarbonats gegen 1050° liegen, was nach den Versuchen Le Chatelier's einer Dissociationsspannung von 8,7 Atm. entsprechen würde. Letzterer brachte gefällten kohlensauren Kalk in einen Stahlcylinder zwischen zwei Pistons aus demselben Metall, welche einen Druck von 1000 kg pro Quadratcentimeter ausübten, während durch aufgepresste Bleiplatten Dichtung bewirkt wurde. In der Substanz befand sich eine Platinspirale, durch welche ein Strom gesandt und dadurch jene innerhalb und auf eine gewisse Entfernung ausserhalb der Spirale geschmolzen wurde. Die compact und durchscheinend gewordene Masse zeigte im Dünnschliffe die Textur eines Marmors ohne oder mit wenigen Zwillingslamellen. Da ein gleichzeitig eingeführter Golddraht nicht geschmolzen war, lag der Schmelzpunkt etwas tiefer, als der des Goldes. Um zu constatiren, dass nicht der hohe Druck die Krystallisation bewirkt habe, wurde der Versuch nach Hall's Methode, d. h. ohne äusseren Druck, in einem innen vernickelten Stahlrohre wiederholt und eine Stunde lang auf 1020° erhitzt. Auch hierbei war vollständige Krystallisation eingetreten, doch ist in beiden Fällen die Schmelzung nur bis zu einer Erweichung der Masse vorgeschritten und gelingt nur bei rascher Erhitzung auf die erforderliche Temperatur, während bei langsamer möglicherweise eine Umwandlung in eine höher schmelzende Modification stattfindet.

Joannis, welcher annahm, dass in den ersterwähnten Versuchen die directe Compression des Pulvers die Ursache der Krystallisation gewesen sei, erhielt ebenfalls krystallisirte Agglomerate von kreideartiger Beschaffenheit, nimmt aber eine wirkliche Schmelzung ohne äusseren Druck nur an für eine harte Masse vom spec. Gew. 2,6, welche er, nach der Spannung des Gases bei dem betreffenden Versuche (22 Atm.) zu schliessen, bei weit höherer Temperatur erhielt.

Ref.: P. Groth.

29. L. Michel (in Paris): **Darstellung des Rutils** (Ebenda 1020). — Wenn man ein inniges Gemenge von 1 Th. Titaneisen und 2½ Th. Pyrit im Graphittiegel

bei 1200° einige Stunden erhitzt, so entsteht eine blätterig-krystallinische Masse von den Eigenschaften des Pyrrhotin und der Zusammensetzung Fe_8S_9, in deren Hohlräumen Rutilnadeln der Combination {110}, {100} sitzen. Dieselben sind dunkelblau, nehmen aber durch Erhitzen an der Luft die gewöhnliche Farbe des Minerals an.

Ref.: P. Groth.

30. C. Friedel (in Paris): **Diamant im Meteoreisen vom Cañon Diablo** (Ebenda 1037. — Bull. soc. fr. min. **15**, 258).

Das zuerst von König beobachtete Vorkommen des Diamant in den Fundeisen des genannten Fallortes in Arizona ist ein sparsames, da viele Stücke keine Spur davon enthalten. Von einem Exemplare, an welchem Mallard eingewachsene schwarze Körner gefunden hatte, welche den Korund ritzten, wurde ein Stück von 34 g abgeschnitten und dabei eine spaltenartige Höhlung im Innern blossgelegt, welche ebensolche Körner enthielt. Es wurde zuerst mit Salzsäure, wobei sich ein feines, schwarzes Pulver abschied, dann mit Königswasser gelöst; der Rückstand, mit rauchender Salpetersäure und chlorsaurem Kalium, dann zweimal mit Flusssäure und endlich mit Salzsäure behandelt, bestand aus mikroskopisch kleinen zusammengehäuften Körnchen vom Ansehen des Carbonados. Derselbe, 0,0156 g, lieferte beim Verbrennen im Sauerstoffstrome 0,0569 CO_2, entsprechend 0,0155 C, während 0,0002 g röthliche Flocken (Fe_2O_3? entsprechend 0,00014 Fe) zurückblieben. Dieser pulverige Diamant scheint besonders angehäuft an Ausscheidungen von Phosphor- und Schwefeleisen und auf Spalten, welche mit letzteren in Zusammenhang stehen; eine 2—3 g schwere Partie von Phosphoreisen lieferte 0,35 g Diamantpulver, von welchem sowohl die feinsten Theilchen, als auch die grösseren Körnchen (0,5—0,8 mm) in Methylenjodür (Dichte 3,3) untersanken. Das feinste unfühlbare Pulver depolirt den Korund sehr leicht.

Ref.: P. Groth.

31. A. Lacroix (in Paris): **Magnesioferrit vom Mont-Dore** (Bull. d. l. soc. fr. d. Min. 1892, **15**, 11). — Bis 8 mm grosse Oktaëder vom Roc du Cuzeau erwiesen sich, wie die ganz gleich aussehenden vom Vesuv, vorherrschend zusammengesetzt aus Eisenglanztafeln, deren Basis je einer Oktaëderfläche parallel ist, während das zwischenliegende oktaëdrische Mineral, wie am Vesuv, nicht Magnetit, sondern Magnesioferrit ist, denn die Krystalle zeigen einen merklichen Gehalt an Magnesium.

Ref.: P. Groth.

32. L. Bourgeois und **H. Traube** (in Paris): **Darstellung des Dolomit** (Ebenda 13). — Die früher von Bourgeois (s. diese Zeitschr. **18**, 426) angewandte Methode zur Darstellung krystallisirter Carbonate führte bei denen des Magnesiums zu keinem Resultate wegen der lösenden Einwirkung der in grosser Menge gebildeten Ammoniumsalze. Es wurde daher statt des Harnstoffes cyansaures Kalium genommen, so dass die Reaction nach der Gleichung

$$MCl_2 + CNOK + 2H_2O = MCO_3 + NH_4Cl + KCl$$

verläuft. Aequivalente Mengen Calcium- und Magnesiumchlorid lieferten bei 130° Nadeln von Aragonit und rhomboëdrische Krystalle, welche enthielten: 28,49 CaO, 24,24 MgO, also etwas mehr von letzterem, als es einem Normaldolomit entspricht.

Ref.: P. Groth.

33. L. Michel (in Paris): **Ueber einige Mineralien von Condorcet (Drôme)** (Ebenda 27). — An genanntem Orte, bei Nyons, finden sich in Thonschichten

Kalkconcretionen mit zahlreichen Spalten und in letzteren: Quarz in wasserhellen Krystallen mit ziemlich entwickelten Flächen $\frac{1}{2}R$ (der Verf. giebt das Miller'sche Symbol {411}, aber keine Messungen an); durchsichtige Cölestinkrystalle der Combination {001}, {110}, {102}, {104}, {011}, {124}; Dolomit, R, $0R$; Calcit in Skalenoëdern.

Ref.: P. Groth.

34. F. Gonnard (in Lyon): **Mineralvorkommen des französischen Centralplateaus** (Bull. d. l. soc. fr. d. Min. 1892, **15**, 28).

1. Fundorte von Zeolithen im Dep. Haute-Loire: Sehr sparsam erscheint Phillipsit im Basalt bei Le Puy und Fay-le-Froid; dagegen im Trachyt des Montcharet bei Boussoulet reichlich Chabasit in schönen wasserhellen Krystallen (einf. u. Zwill.), daneben kleine Kryställchen von Phillipsit, Quarz, Tridymit, grünem Pyroxen, Magnetit und Calcit.

2. Galenit von Pontgibaud zeigt zuweilen die Combination {111}, {221}, {211} mit oder ohne {001}; die Flächen des letzteren theilweise oder ganz rauh in Folge der Existenz zahlreicher tetragonaler, den Kanten (001) : (112) paralleler Vertiefungen, welche wahrscheinlich durch Corrosion entstanden sind.

3. Beryll im Pegmatit von Droiturier bei La Palisse, Allier: grosse grünliche trübe Prismen im Gestein, kleine durchsichtige, fast farblose in den Hohlräumen; in ersterem auch Molybdänit.

4. Psilomelan von Croix-Morand (Mont-Dore), Montgie bei Issoire, vom Puy Chopine und von Roure bei Pontgibaud.

5. Quarz, pseudomorph, wahrscheinlich nach Fluorit, von Aubenas (Ardèche): grosse Hexaëder, zuweilen mit {110}, im Inneren hohl, aus Quarzdrusen bestehend.

Ref.: P. Groth.

35. Derselbe: Cerussit von la Pacaudière bei Roanne, Loire-Departement (Ebenda 35). — Auf Gängen, welche 1866—73 Gegenstand des Bergbaues waren, fanden sich: Kupfer, Cuprit (auch als Chalkotrichit), Malachit, Chrysokoll, Kupferkies, Silber, Rothgiltigerz, Bleiglanz, Blende, Pyrit, Limonit, Quarz, Calcit und Cerussit in bis 3 cm grossen, honigbraunen Krystallen, an welchen der Verf. folgende Formen bestimmen konnte: {110}, {010}, {130}, {100}, {102}, {012}, {011}, {021}, {111}, {112}, {113}, {211}, {121} und wahrscheinlich {131}. Während die letzten nur durch Zonen bestimmt werden konnten, ergaben die vorhergehenden, sonst am Cerussit gewöhnlichen Formen Messungen, welche sehr genau mit den von Kokscharow berechneten übereinstimmen. Zwillinge und Drillinge des gewöhnlichen Gesetzes.

Ref.: P. Groth.

36. Derselbe: Cerussit von Pontgibaud (Ebenda 41). — Der auf verschiedenen Gruben bei Pontgibaud vorkommende Cerussit erscheint besonders gut krystallisirt auf derjenigen von Roure, wo die Krystalle auf Bleiglanz und Bournonit aufsitzen und von Blende, Pyrit, Eisenspath, Baryt und Quarz begleitet werden. Nach {010} tafelige Zwillinge und pseudohexagonal-pyramidale Drillinge finden sich neben einander; häufig sind auch stengelige und faserige Aggregate und auf zersetztem Pyrit aufgewachsene, pseudohexagonale Prismen. Die Krystalle zeigten die Formen: {021}, {012}, {111}, {110}, {100}, {130} und lieferten Messungen, welche mit den berechneten übereinstimmten. An grossen, mit einer dünnen Limonithaut überzogenen Krystallen beobachtete der Verf. die Combination: {100}, {010}, {021} und sehr klein {012}.

Ref.: P. Groth.

37. F. Pisani (in Paris): **Mineralogische Notizen** (Ebenda 47).

Idokras von Settimo*) in den rhätischen Alpen. Dicht, blass grünlichgelb. Analyse: 39,0 SiO_2, 14,3 Al_2O_3, 1,8 Fe_2O_3, 37,4 CaO, 6,7 MgO, 0,9 Glühverlust.

Pyromelin vom Südfusse des Breithorn bei Zermatt. Grüne Stalaktiten von der Zusammensetzung: 28,7 SO_3, 18,5 NiO, 6,5 MgO, 46,5 H_2O, entsprechend der Formel: $SO_4(Ni, Mg).7H_2O$.

Ein mit dem Garnierit der Grube »la Dorée« zu Quana in Neu-Caledonien vorkommendes ochergelbes Mineral ergab bei der Analyse: 33,0 SiO_2, 18,5 Fe_2O_3, 1,5 Al_2O_3, 26,3 NiO, 8,0 MgO, 14,0 H_2O.

Ref.: P. Groth.

38. Ch. Frossard (in Paris): **Ueber den Pyrenäit** (Ebenda 58). — Der Verf. bestätigt die Ansicht Mallard's (s. diese Zeitschr. **22**, 584), dass der P. nicht zum Melanit, sondern zum Grossular gehört. Die schwarzen Krystalle geben keine Eisenreaction und haben das spec. Gew. 3,38, die braunrothen enthalten ein wenig Fe und ergaben das spec. Gew. 3,53, und zwar dienten hierzu Originalkrystalle Ramond's, so dass dessen Angabe des spec. Gew. und die Analyse Vauquelin's jedenfalls unrichtig sind. Die Krystalle sind in krystallinischem Kalk eingewachsen, welcher Einlagerungen im Gneiss des Berges Ereslids (auch La Piquette oder Pic de Lientz genannt) bei Barèges bildet.

Ref.: P. Groth.

39. E. Jannettaz (in Paris): **Ueber die Pyrenäit-führenden Kalke** (Ebenda 62, 101). — Die schwarzen Kalke, welche den Pyrenäit, begleitet von Albit und Amphibol, enthalten, liefern ca. 32 % schwarzen, in Säuren unlöslichen Rückstand, vorwiegend aus kleinen Granatkrystallen bestehend, in welchen sich der schwarze Farbstoff angehäuft hat. Dieser Rückstand wird durch Glühen entfärbt, verliert ca. 4 % an Gewicht und schmilzt vor dem Löthrohre zu einem farblosen Glase. Durch einen besonderen Versuch wurde jener Gewichtsverlust als zur Hälfte aus Wasser, zur Hälfte aus Kohlenstoff bestehend erkannt. Letzterer, ca. ½ % des ursprünglichen Gesteines, scheint in Form von Anthracit vorhanden zu sein.

Ref.: P. Groth.

40. C. Friedel (in Paris): **Darstellung des Percylith** (Ebenda 96). — Die Verbindung $PbCl(OH).CuCl(OH)$ entsteht, sowohl in der Kälte als in der Wärme, durch Einwirkung einer Lösung von $CuCl$ auf $Pb(OH)_2$ im Verhältniss 1 : 1 Mol. am besten, wenn man gefälltes Bleihydroxyd unter Wasser in eine Flasche bringt und in letzteres ein mit Kupferchlorürlösung gefülltes und der Länge nach gerissenes Probirglas eintauchen lässt, so dass die Lösung allmählich in das Wasser diffundirt (um dies zu erleichtern, wird von Zeit zu Zeit etwas Wasser in das Probirglas nachgegossen). Nach 3—4 Wochen sind die Flüssigkeiten nahezu farblos geworden, und in dem blauen Pulver am Boden finden sich stark doppeltbrechende tetragonale Pyramiden, welche alle Eigenschaften des tetragonalen Boleït besitzen, neben ihnen auch in geringer Menge kubische Krystalle, welche den bekannten Würfeln des letzteren zu entsprechen scheinen. Die Substanz

*) Da in den rhätischen Alpen ein Ort »Settimo« nicht existirt, ist wahrscheinlich der »Septimer« in Graubündten gemeint, und dürfte das Vorkommen mit dem vom Piz Longhin (s. diese Zeitschr. **19**, 305) identisch sein.

ergab bei der Analyse Zahlen, welche sehr gut mit der Formel übereinstimmen. Um einen silberhaltigen Boleït darzustellen, wurde auch ein Gemenge von Blei- und Silberhydroxyd angewendet; es gelang jedoch nicht, ein deutlich krystallisirtes Product zu erhalten.

Bei der Darstellung des Percylith bilden sich als Nebenproduct farblose, würfelähnliche Kryställchen von Phosgenit, welche zuweilen durch stärkeres Wachsthum nach den horizontalen Axen die Form eines vierseitigen Sternes, d. h. vier einspringende Winkel in der Prismenzone zeigen.

Ref.: P. Groth.

41. E. Jannettaz (in Paris): **Analyse des Pyrenäit** (Bull. d. l. soc. franç. d. Min. 1892, **15**, 127).

Krystalle von Barèges, denen ihr Gehalt an Wasser und Kohlenstoff (s. oben Nr. 39) entzogen worden war, ergaben:

		Mol.-Verb.:	
SiO_2	39,4	0,655	
Al_2O_3	10,0	0,098	0,214
Fe_2O_3	18,6	0,116	
MgO	1,0	0,025	0,582
CaO	31,2	0,557	
	100,2		

Dies entspricht einem kleinen Ueberschusse an SiO_2 (vielleicht beigemengter Quarz). Spec. Gew. 3,7.

Ref.: P. Groth.

42. Derselbe: Ueber die Fortpflanzung der Wärme in den krystallisirten Körpern (Compt. rend. 1892, **114**, 1352; Bull. d. l. soc. franç. d. Min. **15**, 133).

Zur Prüfung der von ihm früher aufgestellten Regel, dass die grosse Axe der isothermischen Ellipse parallel der vorherrschenden Spaltbarkeit sei, untersuchte der Verf. eine grosse Zahl optisch einaxiger Krystalle auf ihre relative Wärmeleitungsfähigkeit mittelst der Sénarmont'schen Methode. In der folgenden Zusammenstellung derselben bedeutet »vorherrschend basische Spaltbarkeit« eine solche nach der Basis oder nach Ebenen, welche einen grösseren Winkel mit der Hauptaxe einschliessen, als 45° — »axiale Spaltbarkeit« dagegen eine solche nach Prismenflächen oder Ebenen, welche einen kleineren Winkel, als 45°, mit der Hauptaxe bilden. Wo das Axenverhältniss der isothermischen Ellipse, welche die grösste Excentricität zeigt, angegeben ist, wurde stets der der Hauptaxe parallele Durchmesser als Einheit genommen.

A) Basisch spaltbare, thermisch negative Krystalle.

	Spaltbarkeit:	Excentricität:	Opt. Zeichen:
Pyrosmalith	$\{0001\}$, in Spuren nach $\{10\bar{1}0\}$	stark	—
Melinophan ?	$\{0001\}$	deutlich	—
Chalkophyllit	$\{0001\}$	1,2	—
Zinkit	$\{0001\}$ $\{10\bar{1}0\}$	deutlich	—
Graphit	$\{0001\}$	2,5	
Antimon	$\{0001\}$ $\{10\bar{1}2\}$	1,59	

	Spaltbarkeit:	Excentricität:	Opt. Zeichen:
Wismuth	{0001} {10$\bar{1}$2} . . .	stark	
Arsen	{0001}	1,5—2	
Tellurwismuth	{0001}	stark	
Molybdänglanz	{0001}	2—3	
Magnetopyrit	{0001}, {10$\bar{1}$0}	1,07	
Pyrargyrit	{10$\bar{1}$1}	deutlich	—
Eisenglanz	{0001}, {10$\bar{1}$1}	1,1	—
Ilmenit	{0001}, {10$\bar{1}$1}	1,1	—
Brucit	·{0001}	2,62	+
Eudialyt	{0001}	1,13	+
(Biotit	{0001}	2,5 ca.	—)
Pennin	{0001}	1,16	—
Dolomit	{10$\bar{1}$1}	1,06	—
Magnesit	-	1,06	—
Manganspath	-	1,06	—
Eisenspath	-	1,07	—
Mesitinspath	-	1,065	—
Zinkspath	-	1,06	—
Parisit	{0001}	1,12	+
Natronsalpeter	{10$\bar{1}$1}	1,1	—
Nagyagit	{001}	stark	
Anatas	{001}, {111}	1,34	—
Hausmannit	{001}, {111}	deutlich	
Apophyllit	{001}	-	±
Humboldtilith	{001}, {110}	1,19	—
Matlockit	{001}	deutlich	—
Chalkolith	{001}	1,5	
PO_4KH_2	{001}	1,09	—
AsO_4AmH_2	-	1,17	—
AsO_4K_2H	-	1,18	—
PO_4AmH_2	- (Spur)	1,1	—
$SO_4Ni.6H_2O$	{001}, {100}	1,06	
$PtMgCy_4.7H_2O$	{001}	1,08	+

B) Prismatisch spaltbare, thermisch positive Krystalle.

	Spaltbarkeit:	Excentricität:	Opt. Zeichen:
Tellur	{10$\bar{1}$0}, {0001}	0,78	
Eläolith	- -	0,92	
Apatit	- -	0,963	—
Pyromorphit	- -	0,913	—
Zinnober	{10$\bar{1}$0}	0,85	+
Korund	{10$\bar{1}$1}, {0001}	0,9	—
Quarz	{10$\bar{1}$1}	0,762	+
Troostit	{11$\bar{2}$0}, {0001}	0,850	—
Phenakit	{10$\bar{1}$1}	0,93	+
Chabasit	{10$\bar{1}$1}	0,96	—
$SiFl_6Ni.6H_2O$	{11$\bar{2}$0}	0,93	+
$CoCl_2.4KCl$	{11$\bar{2}$0}	0,9	+
Kalomel	{110}	0,757	+

	Spaltbarkeit:	Excentricität:	Opt. Zeichen:
Braunit	{111}	0,85	
Kassiterit	{110}, {100}	0,769	+
Rutil	{110}, {100}	0,826	+
Zirkon	{110}, {111}	0,9	+
Idokras	{110}, {100}, {001}	0,96	—
Skapolith	{110}, {100}	0,815	—
Scheelit	{111}	0,95	+
Xenotim	{110}	0,926	+
$CuCl_2.2AmCl.2H_2O$	{111}, {001}	0,93	—
Harnstoff	{110}, {001}	0,89	

Folgende Substanzen von unbestimmter Spaltbarkeit lieferten eine Schmelzfigur, deren Abweichung von der Kreisform nicht messbar war: Nephelin (—), Erythrit $C_4H_{16}O_4$ (—), Gehlenit (—) Wulfenit (—) und Sarkolith (+). Als Ausnahme von der Regel ergaben sich:

	Spaltbarkeit:	Excentricität:	Opt. Zeichen:
Beryll	{0001}, {11$\bar{2}$0}	0,92	—
Turmalin	{10$\bar{1}$1}, {11$\bar{2}$0}	1,12—1,18	—
Calcit	{10$\bar{1}$1}	0,893	—
Dioptas	{10$\bar{1}$1}	1	—

Von diesen kann der Turmalin nicht als eine eigentliche Ausnahme betrachtet werden, weil die parallel und senkrecht zur Axe beträchtlich verschiedene Diathermansie desselben bewirkt, dass ausser der Wärmeleitung auch die Wärmestrahlung zur Wirkung gelangt und die Excentricität der Ellipse beeinflusst. Dasselbe gilt für den Beryll, nur in umgekehrtem Sinne. Betreffs der Diathermansie des Dioptas liegen noch keine Versuche vor, und was den Kalkspath betrifft, so ist sein Verhalten bei der Ausdehnung durch die Wärme bekanntlich ebenfalls anormal.

Ref.: P. Groth.

43. A. Michel-Lévy und **Munier-Chalmas** (in Paris): **Ueber die verschiedenen Formen der krystallinischen Kieselsäure** (Bull. d. l. soc. franç. d. Min. **1892, 15,** 159).

Die Verff. geben die Resultate eingehenderer Untersuchungen der bereits früher (s. diese Zeitschr. **20,** 632) beschriebenen Kieselsäureconcretionen und erläutern dieselben durch ausgezeichnete Mikrophotographien.

Der Chalcedon zeigt in den Schliffen radialfaserige Aggregate. Jede Faser ist positiv zweiaxig mit kleinem Axenwinkel; ihre Längsrichtung ist genau parallel der zweiten Mittellinie. Am Ende laufen manche Fasern in Flächen aus, so dass eine sägeartige Umgrenzung der Sphärolithen entsteht; ihr Querschnitt ist aber niemals regelmässig begrenzt. In starker Vergrösserung werden Zonen sichtbar, in denen ausser den mit unveränderter optischer Orientirung hindurchgehenden Fasern solche auftreten, welche in jeder Stellung dunkel erscheinen und im convergenten Lichte zwei fast zusammenfallende oder auch nur eine einzige optische Axe zeigen. Ausser diesen Zonen mit unreglmässiger Anhäufung findet sich oft regelmässiger angeordnete, concentrische Zonenstructur, indem ein radiales Bündel von der Mitte der Concretion nach aussen einen regelmässigen Wechsel solcher Theile aufweist, welche in jeder Stellung dunkel bleiben und

solcher, welche das Maximum der Doppelbrechung zeigen, beide durch rasche Uebergänge mit intermediärer Doppelbrechung verbunden. Diese Erscheinung rührt davon her, dass die erste Mittellinie der bis zu 30° mit einander bildenden optischen Axen in der ganzen Länge der Faser zwar überall mit deren Längsrichtung, d. i. der zweiten Mittellinie, 90° bildet, aber um die letztere als Axe eine Schraubenfläche beschreibt. Schnitte senkrecht zur Längsrichtung einer Faser zeigen daher wechselnde Auslöschungsrichtungen, aber stets das gleiche Maximum der Doppelbrechung ($\gamma - \beta$, wobei β nur wenig grösser als α). Die gesammte Doppelbrechung ist höchstens um 0,00005 grösser, als diejenige des krystallisirten Quarzes, die Brechbarkeit scheint ein wenig niedriger und ebenso die zwischen 2,5 und 2,6 variirende Dichte; wahrscheinlich ist etwas Opal zwischen den Fasern eingelagert.

Quarzin ist ein faseriges Mineral, wahrscheinlich identisch mit dem Chalcedon und nur dadurch von ihm verschieden, dass die Längsrichtung der Fasern parallel der ersten Mittellinie der optischen Axen ist. Dementsprechend zeigen Querschnitte derselben schwache Doppelbrechung ($\beta - \alpha$) und im convergenten Lichte beide Axenbilder, während Längsschnitte stark doppeltbrechend sind ($\gamma - \beta$ bis $\gamma - \alpha$) und zwar auch hier ein wenig mehr als Quarz. Die Axenbilder der ersteren sind besser zu beobachten, als beim Chalcedon; $2V$ bis 35°; ausnahmsweise sieht man die Farbenringe von der zweiten Mittellinie aus auch in Längsschnitten. Doppelbrechung, wie beim Chalcedon, positiv. Der Aufbau der Sphärolithen ist einfacher und zeigt nicht die Drehung der optischen Orientirung in den Fasern, wie jener. Bald bildet der Quarzin schmale, mit Chalcedon alternirende Zonen, wobei die Fasern zu kleinen Fächern gruppirt sind, deren Spitzen in die Ausbuchtungen der Chalcedonfaserspitzen eindringen, bald in ähnlicher Weise die äussere Zone regelmässigerer Chalcedonsphärolithen, bald endlich setzt er allein die Zonen eines ziemlich complicirten kugeligen Gebildes zusammen, welches nach aussen in krystallisirten Quarz übergeht, der seinerseits wieder von radialfaserigen Quarzin-Concretionen bedeckt ist. Tangentiale Schliffe derselben zeigen bei starker Vergrösserung in der Mitte kurze, spitz zulaufende Fasern, welche einander unter 60° durchkreuzen, nach dem Rande zu längere, von einem excentrisch gelegenen Punkte aus divergirende Fasern. Zwischen gekreuzten Nicols erscheint ein ebenso excentrisches Kreuz ausgelöscht, wenn einer der Hauptschnitte der Symmetrielinie des Präparates parallel ist, während die vier zwischenliegenden Partien abwechselnd + und — doppeltbrechend sind. Im convergenten Lichte zeigen die Stellen auf der Symmetrielinie des Gebildes eine zu letzterer senkrechte Stellung der Ebene der optischen Axen, der Radiationsmittelpunkt beide Axenbilder in symmetrischer Lage; seitlich von der Symmetrielinie tritt nur ein Axenbild mit schief orientirter Axenebene auf. Andere, dem Quarz benachbarte Quarzin-Concretionen zeigen in tangentiellen Schliffen die bereits früher (l. c.) erwähnte Theilung in drei Sectoren, in deren jedem die Ebene der optischen Axen senkrecht zur scheinbaren Längsrichtung der Fasern steht (die wirkliche grösste Längenausdehnung der folglich nach der optischen Normale abgeplatteten Gebilde ist senkrecht zur Ebene des Schliffes). Gewöhnlich sind solche ternäre Aggregate nicht isolirt, sondern greifen mehrfach in einander und in den krystallisirten Quarz ein, und normal einaxige Partien des letzteren zeigen zuweilen bei stärkerer Vergrösserung und heller Beleuchtung Andeutung des Aufbaues aus jenen Aggregaten. Da die gemeinschaftliche Axe hierbei dem grössten Brechungsindex γ entspricht, so müsste der kleinste des Quarzes sich aus dem für den Quarzin gültigen Werthen α und β als Mittel er-

geben, und in der That stimmen hiermit, resp. mit dem beobachteten Werthe des Axenwinkels von 35° die optischen Eigenschaften des Quarzin annähernd überein. Dichte und Verhalten in hoher Temperatur sind dieselben, wie beim Chalcedon.

Auf Orbiculiten des Grobkalkes von Clamart, welche einen sehr complicirten Aufbau aus radialfaserigem Quarzin zeigen, sitzen als Umrandung der Basis radialgestellte Quarzkrystalle und auf diesen die flachen hexagonalen Bipyramiden des Lutecit (s. diese Zeitschr. **20**, 633). Diese höchstens ½ mm grossen, ganz matten Gebilde zeigen an Stelle der Basiskanten eine ringsum laufende Rinne, meist wiederholt durch parallele Verwachsung einer Reihe von Bipyramiden, welche entweder mit der Basis oder einer Pyramidenfläche an einander gelagert erscheinen; selten sind isolirte Bipyramiden. Der Winkel zweier an der Polecke gegenüberliegender Flächen derselben beträgt 47°—53°. Der horizontale Querschnitt ist entweder regulär sechsseitig, oder zwei gegenüberliegende Winkel desselben sind stumpfer (136°); dem entspricht ein Unterschied in der Streifung der vier, den letzteren Winkeln anliegenden Pyramidenflächen von den beiden anderen, einander gegenüberliegenden; während erstere parallel einer anliegenden Polkante gestreift sind, zeigen die letzteren federförmig in der Mitte zusammenstossende Streifen nach beiden benachbarten Polkanten. Entsprechend diesem Unterschiede sind die Erscheinungen in basischen Schliffen: diese sind durchweg aus unter 60° einander schneidenden Fasern zusammengesetzt, so dass nirgends Auslöschung stattfindet; aber das vorherrschende, auf den ersten Blick allein in die Augen fallende System dieser Fasern ist in den Sectoren der ersten Art parallel einer Seite, in denen der anderen Art jedoch zur Hälfte der einen, zur Hälfte der anderen der beiden Seiten parallel. In anderen Exemplaren, besonders von Bicêtre und Lizy-sur-Ourcq, sind alle sechs Seiten gleichartig aus Fasern, die beiden benachbarten Seiten parallel einander kreuzen, zusammengesetzt und umgeben einen hexagonalen Kern von Quarz, dessen Hauptaxe mit der sechszähligen Axe der Lutecitaggregate zusammenfällt. In sehr dünnen Schliffen kann man die einzelnen Fasersysteme des Lutecin (so nennen die Verff. diese zum Unterschiede der zusammengesetzten pseudohexagonalen Gebilde) zur Beobachtung bringen, und da sie strenger parallel sind, als beim Chalcedon und Quarzin, geben sie weit bessere Bilder im polarisirten Lichte. Wird ein solcher Schliff durch vier in einer Ebene liegende Polkanten geführt, so treten zwei zur Basis und zur Hauptaxe symmetrisch einander kreuzender Systeme von Lutecinfasern hervor, welche genau ihrer mit der Basis 16° einschliessenden Längsrichtung parallel geschnitten sind; deren zweite Mittellinie steht genau senkrecht zur Ebene des Schliffes, während die erste 45° mit der Hauptaxe der Bipyramide, also 29° mit Längsrichtung der Fasern, einschliesst. Dementsprechend zeigen Schliffe nach einer Pyramidenfläche von sichtbaren Fasersystemen herrührende Axenbilder mit je 35° Axenwinkel. Die vorerwähnten Schliffe bestehen im Uebrigen aus vier Sectoren mit Fasersystemen, deren Längserstreckung schief zur Schliffebene gerichtet sind, deren optische Eigenschaften aber im Wesentlichen mit der Annahme eines um eine sechszählige Axe symmetrischen Aufbaues aus Fasern von der Natur jener des Chalcedon und Quarzin, aber mit der angegebenen Orientirung der Längsrichtung, übereinstimmen. Das Verhalten beim Erhitzen ist ebenfalls das gleiche. Die Dichte wurde von Lacroix bestimmt zu 2,551 bei 21°.

Hiernach unterscheiden sich Chalcedon, Quarzin und Lutecin nur durch die Richtung, in welcher ihre Fasern verlängert sind, und alle ihre Aggregate scheinen aus ursprünglich colloidalen Concretionen hervorgegangen zu sein.

Ref.: P. Groth.

44. A. Dubois (in Paris): **Darstellung des Leucit, des Kaliumkryolith und des Kaliumnephelin** (Compt. rend. 1892, **114**, 1361, **115**, 56. — Bull. soc. franç. Min. **15**, 191). — Diese Substanzen wurden erhalten beim Schmelzen von Kieselsäure oder fluorkieselwasserstoffsaurem Kalium und Thonerde in einem Ueberschusse von Fluorkalium, und zwar bedarf die Darstellung des Nephelins einer viel längeren Erhitzung, als die des Leucit. Letzterer bildet bis 2 mm grosse Ikositetraëder mit deutlichen Zwillingslamellen nach {110}. Der Kaliumkryolith zeigt Krystallskelette mit rechtwinkeliger Anordnung, Endigungen von 45° Winkel, longitudinale Auslöschung und negative Doppelbrechung 0,004. Die Krystalle des Kaliumnephelins, 0,08 mm Durchmesser, sind rhombisch; Comb. {001}, {010}, {110}, {100}; $(110):(1\bar{1}0) = 83°$; pseudohexagonale, nach der gemeinsamen Basis tafelige Drillinge (ähnlich denen des Aragonit), deren sechs Kanten von $[110, 1\bar{1}0]$ gebildet werden und deren Flächen in der Mitte eine senkrechte einspringende Kante von 23° zeigen; Ebene der optischen Axen (010), erste Mittellinie Axe c, $2V = 40°$ ca., Doppelbrechung negativ, $\gamma - \beta = 0,002$, $\beta - \alpha = 0,006$.

Bourgeois hat durch Schmelzen von Manganchlorür mit Titansäure in Rothgluth schöne gelbbraune, optisch negativ einaxige, hexagonale Tafeln, Basis mit Rhomboëder, vom Gew. 4,6 erhalten, welche mit dem Pyrophanit Hamberg's $MnTiO_3$, identisch sind. Ersetzt man bei diesem Versuche das Mangan durch Kobalt, Nickel oder Eisen, so erhält man die isomorphen Titanate $MTiO_3$ in der analogen, oktaëderähnlichen Combination; die sehr kleinen Krystalle des *Ni*-Salzes sind gelbgrün, die besser ausgebildeten der Kobaltverbindung sehr tief violett, die des Eisensalzes (Ilmenit) schwarz. Aus Magnesiumchlorür und Titansäure erhielt Bourgeois ebenso, ausser viel Periklas, das schon von Hautefeuille dargestellte $MgTiO_3$, welches negativ einaxige hexagonale Tafeln bildet und daher zweifellos zu derselben isomorphen Reihe gehört.

Ref.: P. Groth.

45. L. Michel (in Paris): **Ueber einige Mineralien aus der Gegend von Thiviers, Dordogne** (Bull. soc. fr. d. min. 1892, **15**, 195). — Bei St.-Jean-de-Côle finden sich Lager schieferigen Serpentins im Talkschiefer; diese enthalten in einzelnen Lagen grosse Blöcke mannigfach gefärbten, meist blutrothen Jaspachats. Auf Spalten des Talkschiefers kommen Amethystdrusen vor, in denen die blassvioletten Quarzkrystalle zahlreiche Büschel von Göthitnadeln umschliessen und denen vom Onega-See sehr ähnlich sind.

Ref.: P. Groth.

46. F. Fouqué (in Paris): **Ueber einen dunklen Glimmer vom Mont-Dore und dessen Veränderungen durch Salzsäure** (Ebenda 196). — Sehr häufig finden sich in den Trachyten des Mont-Dore, seltener in denen des Cantal, zweierlei dunkelbraune Glimmer, ein normaler, fast einaxiger Biotit und ein anderer mit dem Axenwinkel $2E = 68°$ $(2V = 41°)$, in welchem die optische Orientirung meist diejenige des Anomit ist. Durch kochende Salzsäure, welche dabei *Fe* und *Mg* aufnimmt, kann man letzteren nach und nach entfärben, ohne seine Form und Durchsichtigkeit zu zerstören; hierbei wird er allmählich vollkommen einaxig und besitzt, wenn dies erreicht ist, nur noch eine (wie vorher negative) Doppelbrechung von 0,003—0,004, welche durch weiteres Kochen nicht mehr verändert wird. Die Umwandlung schreitet während der Operation allmählich von aussen

nach innen vor, ähnlich wie die analogen, von Mallard zuerst beobachteten Aenderungen der optischen Eigenschaften der Zeolithe durch Erhitzen.

Ref.: P. Groth.

47. E. Porcher (in Paris): **Ueber den Epidot** (Bull. soc. fr. d. min. 1892, 15, 197). — Der Verf. macht darauf aufmerksam, dass gewisse von Bücking am Epidot angegebene Flächen dem bekanntlich so häufigen Vorhandensein von Zwillingslamellen ihre Ausbildung verdankt haben können. Bezieht man nämlich eine an einer derartigen Lamelle oberflächlich erscheinende Fläche, deren wahre Indices (khl) sind, fälschlicherweise auf die Axen des Hauptkrystalles, in welchen die Lamelle eingelagert ist, so erhält sie die Indices $(h'kl)$, wo

$$h' = 2 \cos\beta \frac{a}{c} l - h .$$

Für den Epidot ist nun $2\cos\beta \frac{a}{c} = -0{,}7509$, d. i. fast genau $= -\frac{3}{4}$, daher eine der in Folgendem unter A. angeführten Flächen in Folge der Zwillingsbildung fast genau die Lage einer Fläche mit den unter B. angegebenen Indices erhält:

A.		B.
(001)	wird	$(\bar{3}04)$
$(\bar{1}01)$		(104)
(101)		$(\bar{7}04)$
(011)		$(\bar{3}44)$
$(\bar{1}11)$		(144)
(111)		$(\bar{7}44)$

In der That zeigen nun Bücking's Messungen der letzteren, meist von ihm als neu angegebenen Flächen eine sehr gute Uebereinstimmung mit den Werthen, welche die Flächen des ersteren Zeichens in Zwillingsstellung erfordern würden.

Ref.: P. Groth.

XXIII. Mittheilungen aus dem krystallographischen Laboratorium des „Central Technical College".

Von

William J. Pope in London.

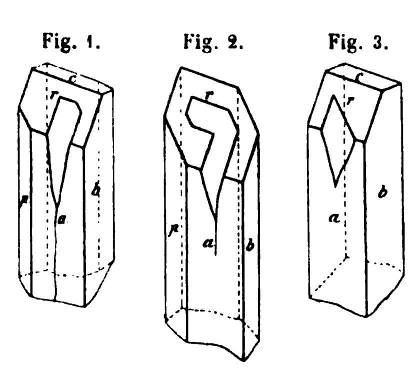
Nr. II. Die Krystallformen der Natriumsalze der substituirten Anilsäuren.

(Mit 8 Textfiguren.)

Die nachstehend beschriebenen Salze sind sämmtlich von Herrn A. R. Ling dargestellt worden (Journ. Chem. Soc. 1892, 558). Es sind die Natriumsalze der Bromanil-, Chloranil- und Bromchloranilsäure, sowie eine Molekularverbindung oder Doppelsalz aus zwei Molekülen Natriumbromanilat und einem Molekül Natriumchloranilat.

Bromanilsaures Natrium, $C_6Br_2(ONa)_2O_2.4H_2O$.

Die Krystalle bilden 6—8 mm lange und etwa 1 mm dicke Prismen von dunkler Farbe; sie sind undurchsichtig und zeigen erst in dünnen Splittern oder gepulvert eine blutrothe Farbe, schwachen Dichroismus und eine starke Doppelbrechung. Sie bilden meist wirre, von einem Punkte ausstrahlende Aggregate oder auch Parallelverwachsungen. Die vorherrschenden Formen $a\{100\}$ und $b\{010\}$ sind gekrümmt und daher schlecht messbar, die nur gering entwickelten $p\{\bar{1}10\}$ und $c\{001\}$ sind dagegen gut spiegelnd. $r\{\bar{1}01\}$ ist von wechselnder Grösse und beinahe stets durchbrochen von einem, in der Richtung der c-Axe den Krystall durchsetzenden Hohlraume, welcher die in Fig. 1, 2 und 3 (Rückansichten der Krystalle)



angedeutete Form besitzt und der ausser r auch öfters noch die Fläche $c\{001\}$ theilweise wegschneidet. $p\{\bar{1}10\}$ und $c\{001\}$ fehlen auch zuweilen. Eine Andeutung von Spaltbarkeit parallel $c\{001\}$ ist zu erkennen, doch ist der Bruch im Allgemeinen sehr unregelmässig. Zwillingsbildung nach $p\{\bar{1}10\}$ gewöhnlich. Die häufigsten Gestalten sind in Fig. 1, 2 und 3 wiedergegeben.

Krystallsystem: Triklin.

$$a : b : c = 0,8768 : 1 : 0,8100;$$
$$\alpha = 69^\circ 28', \quad \beta = 87^\circ 56', \quad \gamma = 71^\circ 49'.$$

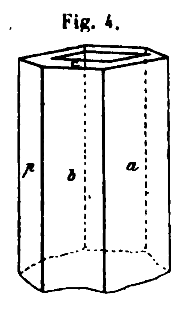
Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $p\{1\bar{1}0\}$, $r\{\bar{1}01\}$.

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$bp = (010):(\bar{1}10)$	41	57° 10'— 58° 32'	57° 51'	57° 53'
$ab = (100):(010)$	44	69 26 — 70 11	69 42	—
$ap = (\bar{1}00):(\bar{1}10)$	43	51 57 — 52 48	52 25	—
$ar = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	37	52 41 — 53 5	52 52	—
$rc = (\bar{1}01):(001)$	34	46 13 — 46 53	46 32	46 33
$ac = (100):(001)$	35	80 7 — 80 54	80 35	—
$pr = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	7	53 45 — 54 27	54 4	53 52
$pc = (\bar{1}10):(001)$	4	79 42 — 80 17	80 4	79 57
$bc = (010):(001)$	26	67 21 — 67 52	67 35	—
$br = (0\bar{1}0):(\bar{1}01)$	12	86 51 — 87 23	87 6	87 0

Chloranilsaures Natrium, $C_6Cl_2(ONa)_2O_2.4H_2O$.

Die Substanz erscheint aus heisser wässeriger Lösung in sehr langen, dunkel gefärbten Prismen, ähnlich den vorhergehend beschriebenen, jedoch grösser als diese; die Formen $a\{100\}$ und $b\{010\}$ sind noch mehr gewölbt als bei jenen. Isolirte Krystalle sind nur spärlich anzutreffen wegen der grossen Neigung der Substanz zur Bildung von Aggregaten und Parallelverwachsungen, deren Enden in sehr lange und feine, durchsichtige Nadeln auslaufen, welche eine starke Doppelbrechung, schwachen Dichroismus und blutrothe Farbe zeigen. Die Fläche $c\{001\}$ ist stets durch eine Aushöhlung wie in Fig. 4 abgebildet durchbrochen, welche bis zu etwa 2 mm Tiefe in der Richtung der c-Axe in den Krystall hineingeht. Die Form $c\{001\}$ ist selten und wenn vorhanden nur schmal, aber glänzend; die Reflexe derselben sind wegen der Aushöhlung schwach. Keine Zwillingsbildung wahrnehmbar, hingegen eine unvollkommene Spaltbarkeit parallel $c\{001\}$. Die Axenlänge c muss vorderhand, aus Mangel an Formen, unbestimmt bleiben.

Fig. 4.



Krystallsystem: Triklin.

$$a : b : c = 0,8743 : 1 : ?;$$
$$\alpha = 88^0\,8', \quad \beta = 89^0\,51', \quad \gamma = 72^0\,32'.$$

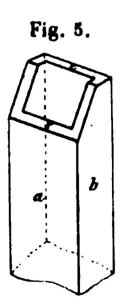
Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $p\{\bar{1}10\}$.

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$bp = (010):(\bar{1}10)$	11	58° 9' — 59° 23'	59° 11'	58° 58'
$ap = (\bar{1}00):(\bar{1}10)$	17	48 12 — 48 47	48 33	—
$ab = (100):(010)$	16	72 8 — 72 53	72 29	—
$ac = (100):(001)$	18	88 56 — 89 28	89 15	—
$ac = (\bar{1}00):(001)$	12	90 21 — 90 53	90 36	90 45
$bc = (010):(001)$	21	87 29 — 88 18	87 59	—
$bc = (0\bar{1}0):(001)$	7	91 48 — 92 40	92 2	92 1

Bromchloranilsaures Natrium, $C_6BrCl(ONa)_2O_2.4H_2O$.

Die Beschaffenheit dieser Krystalle ist eine sehr unzulängliche und deshalb sind die unten gegebenen Werthe nur als angenäherte zu betrachten. Die Krystalle bilden dünne, gedrehte Prismen von dunkler Farbe, welche im Pulver starke Doppelbrechung und schwachen Dichroismus, wie die beiden vorigen, erkennen lassen. $a\{100\}$ und $b\{010\}$ sind gekrümmt, und die Flächen $r\{\bar{1}01\}$ und $c\{001\}$ erscheinen nur in schmalen Randleisten an den auch hier auftretenden Aushöhlungen wie in Fig. 5 ersichtlich. Die Krystalle sind ungemein spröde und zerbrechlich, nach $c\{001\}$ scheint eine sehr unvollkommene Spaltbarkeit vorhanden zu sein. $p\{\bar{1}10\}$ ist selten, aber stets glänzend und gut spiegelnd.

Fig. 5.



Krystallsystem: Triklin.

$$a : b : c = 0,888 : 1 : 0,814;$$
$$\alpha = 69^0\,59', \quad \beta = 87^0\,3', \quad \gamma = 71^0\,58'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $p\{\bar{1}10\}$, $r\{\bar{1}01\}$.

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$bp = (010):(\bar{1}10)$	18	56° 59' — 57° 52'	57° 29'	57° 33'
$ab = (100):(010)$	17	69 2 — 70 4	69 36	—
$ap = (\bar{1}00):(\bar{1}10)$	18	52 34 — 53 8	52 51	—
$ar = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	7	53 14 — 53 47	53 28	—
$rc = (\bar{1}01):(001)$	4	46 32 — 47 6	46 50	46 41
$ac = (100):(001)$	10	79 22 — 80 24	79 51	—
$bc = (010):(001)$	5	67 30 — 68 2	67 49	—

Doppelsalz von chlor- und bromanilsaurem Natron, $2C_6Br_2(ONa)_2O_2.4H_2O + C_6Cl_2(ONa)_2O_2.4H_2O$.

Es wurden Krystalle, welche auf zweierlei Art dargestellt waren, untersucht. A. solche erhalten durch Einwirkung von Aetznatron auf *p*-Dichlorodibromchinon und B. solche, die durch einfaches Zusammenkrystallisiren des Chlor- und Bromanilates aus Wasser erhalten worden waren. Beide erwiesen sich als identisch. Die Krystalle sind grosse, beinahe schwarze Prismen, sehr brüchig und nicht zu unterscheiden von denen des Bromanilates; erst die Messungen ergaben einige kleine Unterschiede. Die Krystalle zeigen die in Fig. 1, 2 und 3 angedeuteten Formen. Zwillingsbildung nach $p\{\bar{1}10\}$ wie beim Bromanilat. $a\{100\}$ und $b\{010\}$ sind gekrümmt, $p\{\bar{1}10\}$ schmal, häufig fehlend, aber glänzend; auf $r\{\bar{1}01\}$ erscheinen ebenfalls die bei den beiden anderen Salzen erwähnten Höhlungen. Andeutung von Spaltbarkeit nach $c\{001\}$, welch letztere Fläche glänzend und gut spiegelnd ist. Das Krystallpulver lässt starke Doppelbrechung und schwachen Dichroismus erkennen, die Farbe ist weinroth.

Krystallsystem: Triklin.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $p\{\bar{1}10\}$, $r\{\bar{1}01\}$.

Krystalle A. $a : b : c = 0,8825 : 1 : 0,8163$;

$\alpha = 69^0 48'$, $\beta = 87^0 14'$, $\gamma = 72^0 11'$.

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$bp = (010):(\bar{1}10)$	35	57° 17'— 57° 46'	57° 37'	57° 38'
$ab = (100):(010)$	37	69 19 — 70 7	69 52	—
$ap = (\bar{1}00):(\bar{1}10)$	35	52 16 — 52 56	52 30	—
$ar = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	28	53 3 — 53 8	53 6	—
$rc = (\bar{1}01):(001)$	19	46 29 — 46 59	46 38	46 49
$ac = (100):(001)$	21	79 35 — 80 37	80 5	—
$pr = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	7	53 32 — 54 8	53 57	54 13
$bc = (010):(001)$	17	67 38 — 67 55	67 45	66 58
$br = (0\bar{1}0):(\bar{1}01)$	9	86 34 — 87 6	86 45	—
$br = (010):(\bar{1}01)$	1	—	93 23	93 2

Krystalle B. $a : b : c = 0,8825 : 1 : 0,8143$;

$\alpha = 69^0 56'$, $\beta = 87^0 7'$, $\gamma = 72^0 11'$.

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$bp = (010):(\bar{1}10)$	39	57° 11'— 57° 54'	57° 39'	57° 41'
$ab = (100):(010)$	37	69 34 — 70 11	69 51	—
$ap = (\bar{1}00):(\bar{1}10)$	41	52 23 — 52 41	52 28	—

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$ar = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	25	53° 4′—53°17′	53°12′	—
$rc = (\bar{1}01):(001)$	11	46 21 — 46 59	46 41	46°48′
$ac = (100):(001)$	23	79 36 — 80 25	80 0	—
$pr = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	9	53 47 — 54 19	54 2	54 21
$bc = (010):(001)$	18	67 41 — 68 7	67 51	—
$br = (0\bar{1}0):(\bar{1}01)$	4	86 28 — 87 12	86 41	86 58

Als mittleres Axenverhältniss ergiebt sich:

$$a : b : c = 0{,}8825 : 1 : 0{,}8153\,;$$
$$\alpha = 69^\circ 52', \quad \beta = 87^\circ 10\tfrac{1}{2}', \quad \gamma = 72^\circ 11'.$$

Infolge des gestörten Wachsthums der vorstehenden Salze besitzen die mitgetheilten Constanten nur einen geringen Grad von Genauigkeit, namentlich jene des Chlor- und des Bromochloranilates, welche nur wenige Messungen zuliessen. Die grosse Uebereinstimmung der Dimensionen des Bromanilates mit jenen des Doppelsalzes ist sehr bemerkenswerth und nicht oft beobachtet worden; im Mineralreiche zeigen eine ähnliche Uebereinstimmung Alstonit und Barytocölestin mit ihren resp. Componenten, obgleich Alstonit von manchen Mineralogen als isomorphe Mischung von Baryum- und Calciumcarbonat angesehen wird.

Es ist weiter erwähnenswerth, dass dieses Doppelsalz von der Formel $2C_6Br_2(ONa)_2O_2.4H_2O + C_6Cl_2(ONa)_2O_2.4H_2O$ die einzige Verbindung ist, welche aus der wässerigen Lösung der einfachen Salze erhalten wurde. Herr Ling hat versucht, isomorphe Mischungen der beiden Salze zu erhalten, jedoch ohne Erfolg; es scheidet sich das Doppelsalz ab und die überschiessenden Einzelbestandtheile gelangen später zur Abscheidung.

Dieser Fall bietet also ein neues Beispiel für Substanzen, welche bei zweifellos grösster Analogie in chemischer und krystallographischer Beziehung nichtsdestoweniger nicht isomorph im gewöhnlichen Sinne sind, d. h. Natriumbromanilat und Natriumchloranilat besitzen nicht die Eigenschaft, in beliebiger Menge zusammenzukrystallisiren.

Nr. III.
Die Krystallformen der stereoisomeren $\alpha\alpha'$-Dimethylpimelinsäuren.

Die gewöhnlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften der beiden kürzlich beschriebenen (Kipping, Journ. Chem. Soc. 1895, 139) stereoisomeren $\alpha\alpha'$-Dimethylpimelinsäuren, nämlich der p-Dimethylpimelinsäure und der Antidimethylpimelinsäure, sind äusserst gleichartig, das elektrische Leitungsvermögen ist identisch und ihre Schmelzpunkte liegen sehr nahe bei einander.

Die vorliegende krystallographische Untersuchung nun hat weitere Beweise ergeben, dass die beiden Säuren total verschieden sind.

Para-Dimethylpimelinsäure,

$COOH.CH(CH_3).CH_2.CH_2.CH_2.CH(CH_3).COOH.$

Schmelzpunkt 81⁰—81,5⁰. Dargestellt von Kipping (l. c.).

Die Krystalle, welche sich aus kalter wässeriger Lösung dieser Säure ausscheiden, bilden weisse, opake Prismen von 4—5 mm Länge, welche an den Kanten und Ecken durchsichtig sind; die Undurchsichtigkeit der übrigen Masse wird durch Farnkraut-ähnliche Einschlüsse bedingt. Diese Krystalle zeigen meist nur $c\{001\}$ und $m\{110\}$, seltener noch $a\{100\}$ als ganz schmale Fläche. Bei der Verflüchtigung der Säure bilden sich nach der c-Axe flache Tafeln, eine Ausbildungsweise der Krystalle, welche auch manchmal an den aus Wasser ausgeschiedenen beobachtet wird. Die Tafeln scheinen gebildet zu sein von den Formen $c\{001\}$, $o\{111\}$ und $p\{\bar{1}11\}$ (Fig. 6). Auf der Tafelfläche halbiren die Auslöschungsrichtungen die Winkel und eine optische Axe tritt beinahe senkrecht zu $c\{001\}$ und in der Ebene $b\{010\}$ gelegen aus. Doppelbrechung und Dispersion sind schwach. Die Krystalle sind indessen wegen allzu starker Krümmung der Flächen zu Messungen ungeeignet. Ein wenig besser entwickelte, durchsichtige Krystalle von etwa $\frac{1}{2}$ mm Länge und $\frac{1}{3}$ mm Breite wurden erhalten beim Verdunsten einer wässerigen Lösung über Schwefelsäure. Dieselben haben eine rhomboëderähnliche Form, gebildet von $c\{001\}$, $m\{110\}$ und zuweilen $a\{100\}$, Fig. 7, ein einziger Krystall zeigte auch eine Fläche von $o\{11\bar{1}\}$. Die Krystalle gehören dem monoklinen Systeme an; die Flächen sind aber alle so gekrümmt, dass sie keine genaueren Messungen erlauben. Eine charakteristische Spaltbarkeit ist nicht vorhanden. Der Brechungsindex ist ungefähr derselbe wie jener des Cederholzöles. Die Krystalle sind von derselben Art wie die oben beschriebenen, die optische Axe ist durch c sichtbar.

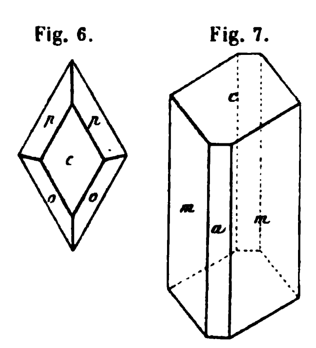


Fig. 6. Fig. 7.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,263 : 1 : 1,062; \quad \beta = 43^\circ 23'.$$

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$mm = (110):(1\bar{1}0)$	21	80⁰ 6′— 83⁰50′	81⁰53′	—
$mm = (110):(\bar{1}10)$	18	95 10 —100 48	98 32	98⁰ 7′
$mc = (110):(001)$	15	54 48 — 58 24	56 42	—

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$mc = (110):(00\bar{1})$	11	120°36'—129°41'	124°47'	123°18'
$ac = (100):(001)$	4	40 16 — 44 41	42 51	43 23
$ac = (100):(00\bar{1})$	5	135 7 —137 52	136 49	136 37
$mp = (110):(11\bar{1})$	1	—	55 36	56 0
$pc = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	1	—	67 18	—

Bringt man die Substanz auf einem Objectglase zum Schmelzen und bedeckt mit einem Deckgläschen, so krystallisirt die Säure leicht von verschiedenen Centren aus, das Product ist durchsichtig und zeigt zuweilen eine optische Axe. Längs den Berührungslinien der zahlreichen Individuen sind feine Bläschen zu erkennen, durch welche Eigenthümlichkeit die Substanz erkannt werden kann. Die Krystallform der so erstarrten Substanz ist dieselbe wie jene der aus Wasser oder Sublimation entstandenen Krystalle.

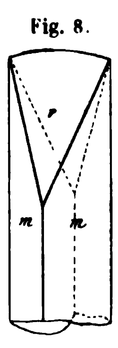
Anti-Dimethylpimelinsäure,

$COOH.CH(CH_3).CH_2.CH_2.CH_2.CH(CH_3).COOH.$

Schmelzpunkt 76°—76,5°. Dargestellt von Kipping (l. c.).

Durch Verdunsten einer wässerigen Lösung der Anti-Säure über Schwefelsäure wurden winzige, abgeflachte, durchsichtige Nadeln von etwa 0,5 mm Länge und 0,1 mm Durchmesser erhalten. Diese Kryställchen gehören dem rhombischen Systeme an und zeigen die Formen $m\{110\}$ und $r\{101\}$ (Fig. 8), die Flächen sind löcherig durch Anätzung und nur sehr schwierig messbar. Die Flächen von $m\{110\}$ sind stets bedeutend schmäler als jene von $r\{101\}$, welch letztere den Krystallen ein keilförmiges Aussehen verleihen und zu einer gerundeten messerartigen Schneide führen, durch welche sechs oder sieben Interferenzspectra zwischen gekreuzten Nicols sichtbar werden. Die Krystalle sind niemals doppelendig, da sie stets zu Rosetten von vier bis fünf Krystallen verwachsen sind, die Form $r\{101\}$ wurde nur mit zwei Flächen an den Krystallen beobachtet. Durch (101) erkennt man die wohlausgeprägte Interferenzfigur eines rhombischen Krystalles mit grossem Axenwinkel, welche wegen der Keilform der Flächen nicht ganz central ist. Axe a ist spitze Bisectrix und die Ebene der optischen Axen ist parallel $b\{010\}$, Doppelbrechung positiv und mässig stark, ebenso die Dispersion.

Fig. 8.



Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,8207 : 1 : 2,862.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $r\{101\}$.

	Anzahl der Beobachtungen:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$mm = (110):(\bar{1}10)$	16	99° 15′—103° 8′	101° 15′	101° 45′
$mm = (110):(1\bar{1}0)$	16	75 20 — 81 37	78 40	—
$rr = (101):(\bar{1}01)$	12	143 16 —152 31	148 0	—
$rr = (101):(10\bar{1})$	8	30 24 — 37 19	33 12	32 0

Wie die vorher beschriebene Säure erstarrt auch diese auf dem Objectglase geschmolzen leicht von einem Mittelpunkte aus, doch sind hierbei keine Bläschen zu bemerken, wie im vorhergehenden Falle. Die Krystalle sind identisch mit den aus Wasser erhaltenen; die spitze Mittellinie ist senkrecht zur Glasfläche, so dass das Axenbild an allen Stellen des Präparates zu sehen ist. Beim Verdampfen sublimirt die Säure in Rosetten oder undeutlich gebildeten Blättchen, welche stets die charakteristische Interferenzfigur zeigen.

XXIV. Beitrag zur Kenntniss der Carborundum-krystalle CSi.

Von

F. Becke in Prag.

Im Juli 1894 übergab mir Herr W. Gintl, Professor der Chemie an der deutschen technischen Hochschule in Prag, einige Proben von Carborundum-krystallen, die in der Fabrik in Neu-Benatek bei Prag in seinem Beisein nach dem von Acheson*) beschriebenen Verfahren unter Anwendung eines kleinen Ueberschusses von Quarzsand in der aus Coks, Quarzsand und einer kleinen Menge von Chlornatrium bestehenden Mischung hergestellt worden waren. Bekanntlich erfolgt die Herstellung dadurch, dass die erwähnte Mischung durch mehrere Stunden der Hitze des elektrischen Lichtbogens ausgesetzt wird. Um die Kohlenspitzen bildet sich dann die Substanz CSi in mehr oder minder schönen Krystallisationen aus.

Die schöne Ausbildung der Krystalle lud zu einer krystallographischen Prüfung ein, und zu einem Vergleiche mit der Beschreibung derselben von B. W. Frazer**).

Frazer fand die Krystalle rhomboëdrisch; er beobachtete eine grosse Zahl von Rhomboëdern ($\frac{1}{5}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{10}{11}$, 1, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{10}{7}$, 2, $\frac{5}{2}$, 4, $\frac{19}{4}$, 5, 10), das Prisma erster Art, und die Endfläche, nach der die Krystalle tafelförmig sind; + und — Rhomboëder konnten nicht mit Sicherheit unterschieden werden; das Axenverhältniss wurde bestimmt zu $c = 1,2264$; Frazer macht auf die Winkelähnlichkeit mit dem tesseralen Systeme und auf das Vorkommen von Zwillingen aufmerksam, bei welchen die Endflächen den Oktaëderwinkel (109° 29′) einschliessen. Zwillingsebene ist nach ihm das Grundrhomboëder.

*) E. G. Acheson, Carborundum, its history, manufacture and uses. Journal of the Franklin Institute. September 1893.

**) l. c. Apendix.

Die mir vorliegenden Krystalle sind durchweg hexagonale Tafeln mit vorherrschenden End- und schmalen Randflächen. Deutliche Anzeichen rhomboëdrischer Entwickelung sind aus der Vertheilung der Randflächen nicht zu entnehmen, wohl aber aus dem Umstande, dass die durchgreifende Zwillingsbildung nach dem von Frazer erkannten Gesetze immer nur nach der einen Rhomboëderform erfolgt, so dass mit einem Individuum höchstens drei in Zwillingsstellung verwachsen sind. Jenes Rhomboëder, nach welchem die Zwillingsbildung zufolge Frazer's Beobachtung erfolgt, soll als positives festgehalten werden.

Die rhomboëdrische Symmetrie wurde auch nach der Aetzmethode nachgewiesen. Als Aetzmittel diente eine Schmelze aus Natronsalpeter und Soda. Die Kryställchen wurden 1 bis 2 Minuten in der Schmelze erhitzt, mit einem Platindraht herausgenommen und mit verdünnter Salzsäure von der anhaftenden Salzkruste befreit.

Dabei zeigte sich ein sehr auffallender Gegensatz in dem Verhalten der oberen und unteren Endfläche. Erstere zeigt sich nach der Aetzung glänzend und mit kleinen sechsseitigen Aetzgrübchen bedeckt. Die Aetzflächen liegen in der Zone der Rhomboëder. Der Grundriss des Aetzgrübchens besitzt drei längere und drei kürzere Seiten, wie bei den Aetzgrübchen, welche Salzsäure auf der Oktaëderfläche des Fluorit hervorruft. Der Unterschied ist manchmal kaum wahrzunehmen, in anderen Fällen vollkommen deutlich, aber nie sehr gross. Wird der Aetzversuch an einem Zwillinge vorgenommen, so liegt immer eine einer längeren Grundrisskante anliegende Aetzfläche im selben Sinne geneigt wie die Zwillingsebene $(10\bar{1}1)$. Es sind also die in die Zone der positiven Rhomboëder fallenden Aetzflächen etwas flacher gegen die Basis geneigt als die negativen.

Die untere Basis wird bei der Aetzung völlig matt, Aetzfiguren sind nicht wahrzunehmen.

Somit gehören die Carborundumkrystalle in eine Gruppe mit Turmalin (rhomboëdrisch-hemimorph, ditrigonal-pyramidal nach v. Fedorow).

Es war zu erwarten, dass die Krystalle sich pyroëlektrisch zeigten; Versuche mit der Kundt'schen Bestäubungsmethode gaben jedoch ein unentschiedenes Resultat.

Die Krystalle lassen an der Ausbildung der Oberfläche Anzeichen der Hemimorphie erkennen. Die obere Basis ist sehr eben und spiegelglatt; sie giebt am Goniometer tadellose Reflexe. Die untere Basis ist häufig durch Rinnen und Treppen unterbrochen, oft etwas gerundet und die Reflexbilder sind minder scharf. Der Unterschied ist so deutlich, dass man nach einiger Uebung aus dem Aussehen der Endflächen voraussagen kann, welche bei der Aetzung matt werden, welche glänzend bleiben wird.

Die Rhomboëderflächen der Unterseite sind häufig merklich breiter

entwickelt und in grösserer Zahl vorhanden als auf der Oberseite. Dieser Unterschied ist aber in sehr schwankender Deutlichkeit beobachtet worden.

Folgende Formen kamen zur Beobachtung, die alle schon von Frazer angegeben sind:

$\{0001\}0R$, $\{10\bar{1}1\}R$, $\{40\bar{4}3\}\frac{4}{3}R$, $\{10.0.\overline{10}.7\}\frac{10}{7}R$, $\{20\bar{2}1\}2R$, $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{50\bar{5}1\}5R$, $\{10.0.\overline{10}.1\}10R$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$.

Eine Vertheilung der beobachteten Formen auf die positiven und negativen Räume bin ich ebensowenig wie Frazer vorzunehmen im Stande. Auch bezüglich des Auftretens der Rhomboëderflächen an der Ober- und Unterseite der Krystalle lässt sich ein durchgreifender Unterschied nicht feststellen. Jedoch schienen die immer äusserst schmalen Flächen von $\{10\bar{1}1\}$ öfter an der Unterseite aufzutreten.

Die übrigen Randflächen zeigen sehr häufig oscillatorische Combinationsriefung und kastenartige Vertiefung, wie sie so häufig bei Schlackenkrystallen auftreten. Die Reflexe waren selten einfach und häufig durch Beugung verbreitert und farbig gesäumt. Auch mehrfache, auf Vicinalflächen hindeutende Reflexe kamen oft vor. Am besten spiegelten noch die steilen Rhomboëder $\{50\bar{5}1\}$ und $\{10.0.\overline{10}.1\}$, welche aber am wenigsten geeignet sind zur Ableitung der geometrischen Constanten.

Aus den Messungen an diesen Flächen war sonach kein Anlass zu nehmen, um von dem von Frazer ermittelten Axenverhältnisse abzugehen.

Jedoch gestatteten die sehr vollkommen reflectirenden Flächen der Basis an den Zwillingen genaue Messungen, welche eine noch grössere Annäherung an das tesserale System verrathen, als in dem von Frazer bestimmten Werthe der Hauptaxe zum Ausdruck kommt.

Es wurde nämlich der Winkel der Endflächen an vier ausgewählten Zwillingskrystallen gefunden zu:

	70° 32′ 20″	
	33 5	
	(70 33 0)	109° 27′
	70 33 6	
Mittel:	70° 32′ 53″	(109 27 7″)
Frazer beobachtete:		109 29

Aus seinem Axenverhältnisse $c = 1,2264$ ergiebt sich unter Zugrundelegung der Zwillingsebene $(10\bar{1}1)$

109° 32′ 44″.

Der tesserale Winkel ist 109° 28′ 16″.

Will man aus dem angegebenen Zwillingswinkel die Länge der Hauptaxe berechnen, so stösst man auf eine Schwierigkeit, welche darin li

dass die vorhandene Zwillingsstellung zweifach gedeutet werden kann, da sowohl die Halbirungsebene des stumpfen als des spitzen Winkels der Endflächen einem rationalen Axenschnitte sehr nahe kommt. Je nachdem man die eine oder die andere Halbirungsebene als Zwillingsebene auffasst, ergeben sich etwas verschiedene Werthe für die Hauptaxe.

Aetzversuche an Zwillingen ergaben, dass an der stumpfen einspringenden Kante (Normalenwinkel $70\frac{1}{2}^0$) ungleiche Endflächen aneinanderstossen; die Individuen stehen also symmetrisch zu einer Ebene, welche den spitzen einspringenden Winkel der Endflächen halbirt.

Unter Berücksichtigung dieser Stellung lassen sich folgende zwei Formulirungen des Zwillingsgesetzes aufstellen:

1. Axe der Hemitropie senkrecht zur Fläche $\{10\bar{1}1\}+R$. Die Individuen stehen (da ihnen das Symmetriecentrum abgeht) unsymmetrisch zur Ebene der Hemitropie $(10\bar{1}1)$, symmetrisch zu einer Normalebene von $(10\bar{1}1)$, die keine mögliche Krystallfläche ist.

2. Axe der Hemitropie parallel der Polkante von $\{10\bar{1}1\}+R$. Die Individuen stehen unsymmetrisch zur Ebene der Hemitropie, welche keine mögliche Krystallfläche ist, symmetrisch zu einer Fläche $\{\bar{1}012\}-\frac{1}{2}R$.

Eine bequemere Formulirung, die auf die allgemeine Zwillingsregel Tschermak's zurückgeht, wäre folgende:

1. Die Individuen haben eine Fläche von $\{10\bar{1}1\}$ parallel und in dieser die symmetrische Diagonale, aber in verkehrter Stellung.

2. Die Individuen haben eine Fläche von $\{\bar{1}012\}$ parallel und in dieser die symmetrische Diagonale, aber in übereinstimmender Stellung.

Bei 1. fallen in der parallelen Rhomboëderfläche je eine Polkante über eine Randkante; bei 2. Polkante über Polkante, Randkante über Randkante.

Welches von beiden Zwillingsgesetzen richtiger ist, könnte ermittelt werden, wenn man über sehr genaue Messungen der Neigung der Rhomboëderflächen zur Basis verfügte. Jedes dieser beiden Gesetze führt zu etwas verschiedenen krystallographischen Elementen und hienach zu etwas verschiedenen berechneten Neigungswinkeln der Rhomboëder. Allein die Unterschiede sind so klein, dass sie selbst bei den flacheren Rhomboëdern die wahrscheinlichen Fehler der Beobachtung nicht übertreffen; bei den steileren Rhomboëdern werden sie ganz unmerklich. Dies wird durch folgende Zusammenstellung ersichtlich:

1. Zwillingsgesetz: Hemitropie um die Normale von $(10\bar{1}1)$. Aus $(0001):(\underline{0001}) = 109^0 27' 7''$ folgt $(10\bar{1}1):(0001) = 54^0 43' 33,''5$ und hieraus

$$c = 1,2243.$$

2. Zwillingsgesetz: Hemitropie um die Polkante von $(10\bar{1}1)$. Aus dem Winkel der Endflächen $= 109^0 27' 7''$ folgt $(\bar{1}012):(0001) = 35^0 16' 26,''5$ und hieraus $c = 1,2252$.

Winkel zu (0001).

	Beobachtet.			Berechnet.			
	Zahl:	Grenzen:	Mittel:	$c = 1,2243$	Diff.:	$c = 1,2252$	Diff.:
$(10\bar{1}1)$	7	37′ —49,′6	54°43′35″	54°43′33,″5	+ 1,″5	44′43″	+ 68″
$(40\bar{4}3)$	7	0 —10	62 4 33	62 3 11	+82	4 13	+ 20
$(20\bar{2}1)$	8	29,3—40,3	70 32 40	70 31 20	+80	32 7	+ 33
$(50\bar{5}2)$	5	4,5—17,2	74 10 7	74 12 5	—118	12 44	—157
$(40\bar{4}1)$	9	58 —63,4	79 60 12	79 58 17	+115	58 43	+ 89
$(50\bar{5}1)$	5	53 —58,1	81 56 29	81 56 52	—23	57 12	— 43
$(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$	7	53,1—68,5	85 60 20	85 57 14	+186	57 24	+176
Summe der Differ. ohne Rücksicht auf Vorzeichen					605,″5		586″
Summe der drei ersten Differenzen					163,5		121

Nach diesen Zahlen scheinen zwar dem zweiten Axenkreuze etwas kleinere Differenzen zu entsprechen, aber eine sichere Entscheidung ist offenbar unmöglich.

Berücksichtigt man, dass Zwillinge, die sich durch Hemitropie um die Normale einer Rhomboëderfläche beschreiben lassen, zweifellos häufiger sind, als solche, die einer Hemitropie um eine Polkante entsprechen, so wird man hieraus einen Wahrscheinlichkeitsgrund für das erste Zwillingsgesetz ableiten dürfen, und sonach als wahrscheinlichstes Axenverhältniss von Carborundum

$$c = 1,2243$$

ansehen.

Die Aehnlichkeit mit dem tesseralen Systeme bewirkt, dass an den Zwillingskrystallen mehrfach Reflexe von verschiedenen Flächen der zum Zwilling verbundenen Individuen zusammenfallen. Wären die Reflexe präciser, so könnten diese Coincidenzen, bezüglich die Abweichungen der Reflexe von der Coincidenz, mit Vortheil zur Prüfung der Elemente benutzt werden. Leider ist diese Präcision nicht vorhanden; man kann nur die von der Theorie vorausgesehenen Coincidenzen constatiren; es ist aber unmöglich die gegenseitige Stellung der Reflexe und etwaige Abweichungen von der justirten Zone, die bei merklicher Abweichung von den tesseralen Winkeln auftreten müssten, zu ermitteln.

In Folge der Hemimorphie entsteht durch die beschriebene Zwillingsbildung ein Complex, der in Bezug auf Symmetrie der tetraëdrischen Hemiëdrie des tesseralen Systems entspricht. Da nach der Ansicht vieler Autoren der Diamant gleichfalls tetraëdrisch krystallisirt, wird die Aehnlichkeit der Form von *C* und *CSi*, auf welche schon Frazer hingewiesen hat, sehr auffallend. Allein eine nähere Betrachtung mahnt zur Vorsicht: berechnet man das Molekularvolum der beiden Substanzen, wobei man, um zu vergleichbaren Resultaten zu kommen, für Diamant C_2 zu schreiben hat, so ergiebt sich ein sehr grosser Unterschied:

	Molekulargewicht:	Dichte:	Molekularvolum:
Diamant C_2	24	3,52	6,82
Carborundum *CSi*	40,4	3,123 *)	12,90

An eine morphotropische Beziehung ist somit kaum zu denken.

Die optische Untersuchung ergab in Uebereinstimmung mit Frazer Einaxigkeit und positiven Charakter der Doppelbrechung.

Sehr dünne Blättchen waren durchsichtig genug, um eine beiläufige Bestimmung des Brechungsexponenten nach der Methode von Duc de Chaulnes vorzunehmen. Von dem Sorby'schen Phänomen wurde dabei abgesehen; es konnte auch bei aufmerksamster Beobachtung von einer zweimaligen Scharfeinstellung eines unter dem Blättchen befindlichen hellen Objectes beim Heben des Tubus nichts wahrgenommen werden.

Als Einstellungsobject diente der helle Kreis in einem in Canadabalsam eingebetteten Luftbläschen bei stark eingeengtem Beleuchtungskegel. Die Beobachtungen wurden mit *Na*-Licht angestellt; die Dicke wurde an dem senkrecht auf die Kante gestellten Blättchen nach dem Vorschlage von Wülfing mit dem Ocularschraubenmikrometer gemessen.

An vier verschiedenen natürlichen Täfelchen wurden folgende Verschiebungen h und Dicken D gemessen.

	h	D
Blättchen 1	0,0313 mm	0,0454 mm
- 2	827 -	1291 -
- 3	744 -	1166 -
- 4	924 -	1471 -
	0,2808 mm	0,4382 mm

Aus den Summen der Verschiebungen und Dicken ergiebt sich der angenäherte Werth

$$n = 2{,}786 \quad Na\text{-Licht.}$$

Eine beiläufige Bestimmung der Doppelbrechung erfolgte durch Messung des Winkeldurchmessers des ersten dunklen Ringes des Interferenzbildes. Die Messung wurde mit dem Mikroskope nach der Mallard'schen Methode durchgeführt. Der scheinbare Halbmesser des ersten Ringes ergab sich zu $44^0\,36'$ in *Na*-Licht.

Die Dicke des angewandten Blättchens war 0,1995 mm. Unter Einführung des angenäherten Werthes $n = 2{,}786$ für ω ergab sich nach der von Bauer beim Brucit angewandten Formel $\varepsilon = 2{,}832$.

Die Farbe der Krystalle schwankt zwischen dunkel entenblau und blaugrün; Pleochroismus wurde bei Schiefstellung der Blättchen im durchfallenden Lichte nicht wahrgenommen.

---

*) Nach J. W. Richards, l. c. Apendix.

XXV. Ueber Datolith vom Lake Superior und die ihn begleitenden Mineralien.

Von

A. Osann in Heidelberg.

(Hierzu Tafel X.)

Datolith ist in der sogenannten »Copper region« am Lake Superior im nordwestlichen Michigan ein sehr verbreitetes Mineral, indessen tritt es ganz vorwiegend in derben, körnigen bis dichten Massen auf, messbare Krystalle sind fast gar nicht bekannt geworden. Nachdem im Jahre 1841 der Staatsgeologe von Michigan, Douglas Houghton, in einem Report die allgemeine Aufmerksamkeit auf den Mineral- und Erzreichthum dieses Theiles des Staates gelenkt hatte, wurde 1845 das erste Kupfer bergmännisch abgebaut. Aus demselben Jahre stammt die erste Nachricht über das reichliche Auftreten des Datolith aus jener Gegend. E. de Beaumont theilte in der Sitzung der Académie des sciences vom 3. März 1845 einen Brief von E. T. Jackson mit, in dem es heisst*): »Parmi les choses curieuses, qu'offre le trapp amygdaloide, qui nous occupe ici, on peut citer de grands filons de datolithe de trois pieds d'épaisseur, où les cristaux de datolithe contiennent de petites écailles du cuivre pur.« Später wird der Datolith vom Lake Superior häufig in der Literatur erwähnt, doch Krystalle stets nur von der an der canadischen Küste gelegenen Isle Royale. So sagt Whitney**), wohl der beste Kenner der geologischen und mineralogischen Verhältnisse jener Gegenden: »Fine crystals of this mineral have been found only at the locality on Isle Royale etc. There are several localities on Keweenaw Point however, where it occurs in great abundance, but not so far I have observed in handsome crystallizations.« Werthvolle

*) L'Institut, Journal universel des sciences et des sociétés savantes en France et à l'Étranger 1845, **13**, 85.

) J. D. Whitney, On minerals of the Lake Superior region. The Amer. Journ. of Science 1859, 2. Series, **28.

Beiträge zur Paragenesis der Mineralien auf den Kupfererzlagerstätten des Lake Superior gab später R. Pumpelly*); seine Angaben stützen sich auf die Untersuchung von mehreren tausend Gangstufen. Nach ihm ist der Datolith stets eines der jüngsten Gangmineralien und in vielen Fällen theilweise aus Calcit hervorgegangen; so sagt er bei Stufe 39 von dem Pewabic Copper bearing bed: »Wherever the calcite crystals are in contact with the datolite, their surfaces are roughened and perceptibly eaten into.«

Messbare Krystalle finden sich in der Litteratur, wie oben erwähnt, nur von der Isle Royale angeführt. So bildet J. Dana in System of Mineralogy 5. Edit. zwei Krystalle von dort ab, Fig. 357 und 358, von denen besonders der erstere in Habitus und Formen mit dem Taf. X, Fig. 9 abgebildeten Krystalle von der Copper Falls Mine nahezu identisch ist. Dieselben Abbildungen sind dann theilweise in die 6. Auflage desselben Lehrbuches und in Des Cloizeaux' »Manuel de Minéralogie«, Tome II übergegangen.

Die hier zu beschreibenden Datolithe stammen aus der Sammlung des früheren Staatsgeologen von Michigan, C. Rominger, welche sich jetzt im Besitze der mineralogischen Staatssammlung in München befindet, und wurden von mir während eines Aufenthaltes daselbst untersucht. Es sind neun verschiedene Datolithlocalitäten vertreten, von denen sich acht auf der Keweenaw-Halbinsel befinden, während der neunte, die Ridge Mine, südwestlich von jenen in dem Ontonagon Mining District liegt. An allen diesen Orten ist das Vorkommen des Minerals an basische Eruptivgesteine und zwar der Diabas-Melaphyr-Reihe gebunden, wie dies mit Ausnahme sehr weniger Vorkommnisse allenthalben der Fall ist. (Ausnahmen: Baveno im Granit, Arendal im Gneiss, z. Th. St. Andreasberg, Untere Wieder Schiefer.) Auch unter diesen neun Localitäten vom Lake Superior sind nur vier mit messbaren Krystallen vertreten, die anderen nur mit körnigen und dichten Aggregaten.

Die Aufstellung der untersuchten Krystalle ist die gewöhnliche, wie sie sich bei Annahme des Rammelsberg'schen Axenverhältnisses ergiebt und in Hintze's Mineralogie durchgeführt ist.

Was die Orientirung an den Krystallen anbetrifft, so ist dieselbe fast stets eine sehr einfache und zweifellose, da an fast allen Krystallen, wie die beigegebenen Figuren zeigen, $\{001\}$ und $\{100\}$ vorhanden sind und bei der guten Flächenbeschaffenheit die Winkel $(001):(100)$ und $(001):(\bar{1}00)$ sehr leicht auseinander zu halten sind. Sonstige gute Anhaltspunkte für die Orientirung sind: 1) Die meistens verschiedene Flächenbeschaffenheit der Flächen der Prismenzone $\{110\}$ und $\{120\}$ gegenüber denen der Klino-

*) R. Pumpelly, The Paragenesis and Derivation of Copper and its associates on Lake Superior. The Amer. Journ. of Science 1871, 3. Series, 2.

domenzone, so dass eine Verwechselung beider Zonen ausgeschlossen ist. Die Prismenflächen sind stets unvollkommen ausgebildet, häufig geknickt, oder zeigen eine rohe verticale Streifung, während die Klinodomenflächen vollkommener sind und in den meisten Fällen ganz einfache Reflexe ergeben. 2) Die Flächen der positiven Pyramiden aus der Zone [(011):($\bar{1}$00)] ε, λ und k, besonders die erste, sind gestreift parallel zur Zonenaxe, ein Umstand, der bei der Anwesenheit von ε die Orientirung unmittelbar giebt. Keine andere der beobachteten Formen zeigt eine so regelmässige und charakteristische Streifung.

Zur ferneren Orientirung wurden mit Benutzung einer natürlichen Fläche von {001} Platten parallel zu dieser Fläche geschliffen. Es lässt sich dann sehr gut der schiefe Austritt der Bisectrix $\mathfrak{a}$ im spitzen Winkel β constatiren. Im Adams'schen Apparat wurde der Winkel der optischen Axen an einer solchen Platte gemessen zu $2E = 79^0\,48'$. Es ergiebt sich daraus, wenn β des Datolith zu 1,653 und n für Flintglas $= 1,5176$ genommen wird, ein Winkel $2V = 72^0\,10'$. Der Winkel ist natürlich nicht genau, da die Platte nicht senkrecht zu $\mathfrak{a}$ ist, er ist etwa 2^0 zu klein. Immerhin ist die krystallographische Orientirung aus diesem Winkel und dem Sinne der Neigung von $\mathfrak{a}$ zu {001} gegeben.

Datolith von der Clarke Mine (Keweenaw Point).

Das Gestein, auf welchem der Datolith von der Clarke Mine aufsitzt, ist ein zersetzter Melaphyr, durch reichliche Chloritbildung schmutziggrün oder in einem weiteren Stadium der Zersetzung durch Eisenhydroxyd braun gefärbt. Sämmtliche Stufen zeigen eine ausgesprochene Breccienstructur; scharfkantige Melaphyrbruchstücke sind durch feinkörnigen bis dichten Datolith verkittet. In Hohlräumen und Taschen des letzteren sitzen die Krystalle; dieselben sind gewöhnlich sehr innig mit einander verwachsen, so dass nur wenige Flächen zu freier Entwickelung gelangen. Nicht selten ist eine grössere Anzahl von Krystallen in paralleler Stellung mit einander verwachsen.

Die an den Krystallen der Clarke Mine beobachteten Formen sind folgende:

Pinakoide: $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b\{010\}\infty\grave{P}\infty$, $c\{001\}0P$.
Prismen: $g\{110\}\infty P$, $m\{120\}\infty\grave{P}2$, $t\{320\}\infty\bar{P}\frac{3}{2}$.
Klinodomen: $M\{011\}\grave{P}\infty$, $o\{021\}2\grave{P}\infty$.
Orthodomen: $x\{101\}-\bar{P}\infty$, $u\{201\}-2\bar{P}\infty$, $\xi\{\bar{1}01\}\bar{P}\infty$.
Negative Pyramiden: $n\{122\}-\grave{P}2$, $Q\{121\}-2\grave{P}2$, $U\{342\}-2\grave{P}\frac{4}{3}$, $\beta\{142\}-2\grave{P}4$, $q\{113\}-\frac{1}{3}P$, $\varDelta\{111\}-P$, $\mathfrak{v}_1\{324\}-\frac{3}{4}\bar{P}\frac{3}{2}$, $\varGamma\{213\}-\frac{2}{3}\bar{P}2$, $\mathscr{L}\{124\}-\frac{1}{2}\grave{P}2$ (neu).

Positive Pyramiden: $\varepsilon\{\bar{1}11\} + P$, $\lambda\{\bar{3}22\} + \frac{3}{2}P\frac{3}{2}$, $k\{5\bar{2}2\}\frac{5}{2}P\frac{5}{2}$, $\Theta_0\{\bar{1}12\} + \frac{1}{2}P$.

In Bezug auf die Häufigkeit der Formen ist zu bemerken: Allen Krystallen gemeinsam sind die Formen {001}, {100}, {110}, {120} und {011}, dann folgen in der Häufigkeit {122}, {021}, $\{\bar{1}11\}$ und {342}. Dagegen nur an je einem Krystalle wurden gemessen {320}, {324}, {124} und $\{\bar{1}12\}$.

Fig. 1—3, Taf. X zeigen den Habitus von relativ einfachen Combinationen, welche neben Clarke Mine noch die Fundortsbezeichnung »East vein« tragen und sich auch in der Paragenese etwas von den übrigen Stufen derselben Mine unterscheiden. Fig. 1 ist eine sehr einfache Combination, wie sie meines Wissens vom Datolith noch nicht abgebildet ist, in ihrem Habitus aber manchen Krystallen des isomorphen Homilit ähnlich ist (vgl. Brögger, Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge Taf. VIII, Fig. 4).

Der Typus der Krystalle Fig. 4, 5 und 6 ist kurzsäulenförmig durch Vorherrschen der Prismen. Eigenthümlich sind die Krystalle von dem Typus Fig. 4, sie wurden nur auf einer Stufe gefunden. Die Form $\mathscr{L}\{124\}$ $-\frac{1}{2}P2$ ist neu, sie bildet eine schmale Abstumpfung der Kante (001):(122) und ist bestimmt durch die beiden Zonen [(001):(122)] und [(011):(113)]. Ausserdem wurde für sie gemessen:

$$\left.\begin{array}{l}(001):(124) = 22^0\ 2' \\ (001):(1\bar{2}4) = 21\ \ 56\end{array}\right\}\text{ Mittel } 21^0 59',\ \text{berechnet } 22^0\ 0'.$$

Ferner (011):(124) gemessen 19° 47', berechnet 19° 53′ 40″.

Die Fläche $\mathfrak{v}_1\{324\}$, welche demselben Typus von Krystallen angehört, wurde bisher nur vom Datolith der Serra dei Zanchetti von Brugnatelli und Lüdecke angeführt. Sie ist bestimmt durch die Zone [(101):(122)] und den Winkel

(324):(122) gemessen 17° 46′, nach Luedecke 18° 4′.

$\Theta_0\{\bar{1}12\}$ wurde nur an einem Krystalle des Typus Fig. 4 beobachtet. Der Winkel zu (001) dieser sehr kleinen Fläche, welche in der Zone [(001):$(\bar{1}11)$] liegt, konnte nur mit vorgeschlagener Lupe gemessen werden zu ca. $31\frac{1}{2}^0$, er beträgt nach Luedecke 30° 42′ 30″.

Die Krystalle 5 und 6 sind ausgezeichnet durch das Auftreten von $Q\{121\}$ und z. Th. $\beta\{142\}$. Krystall 6 zeigt überdies die drei Pyramiden $q\{113\}$, $\Delta\{111\}$ und $\Gamma\{213\}$. Alle drei Formen sind nur mit sehr kleinen Flächen ausgebildet und geben daher nur schlechte Reflexe.

$\Delta\{111\}$ ist bis jetzt nur von der Serra dei Zanchetti bekannt, sie ist bestimmt durch die Zone [(001):(110)] und den Winkel

(001):(111) gemessen 49° 50′, nach Luedecke 49° 48′.

$\Gamma\{213\}$ wurde bis jetzt nur von Dana an Krystallen von der Isle Royale beobachtet. Die Fläche liegt in der Zone [$m(1\bar{1}0)$: $U(3\bar{4}2)$: $M(011)$],

der Winkel $(1\bar{1}0):(2\bar{1}3)$ wurde gemessen zu 61° 23′ (nach Luedecke 61° 48′). Dieselbe Form findet sich viel häufiger und in besserer Ausbildung an den Krystallen der Copper Falls Mine.

Die Datolithkrystalle von der Clarke Mine haben einen durchschnittlichen Durchmesser von 2—3 mm, nur selten erreicht derselbe ½ cm. Die Krystalle sind wasserhell bis schwach grünlich gefärbt. Nicht selten zeigen sie auch eine eigenthümliche himbeerrothe Färbung, die, wie die Lupe erkennen lässt, von winzigen eingewachsenen Blättchen gediegenen Kupfers herrührt. Die Flächenbeschaffenheit ist fast durchgehends eine recht gute, die schlechtesten Reflexe geben die Flächen der Prismenzone und der positiven Pyramiden aus den oben angeführten Gründen.

Die wesentlichen Begleiter des Datolith auf der Clarke Mine sind Kalkspath, Zeolithe, Orthoklas (?) und gediegen Kupfer. Der Kalkspath ist relativ spärlich in grossspäthigen Massen und evident jünger als der Datolith; durch Wegätzen des ersteren mit Essigsäure wurde ein Theil der besten Datolithkrystalle blossgelegt. Nach Pumpelly ist der Calcit, wie aus dem oben Angeführten hervorgeht, z. Th. älter als Datolith, in anderen Fällen ist er in einer jüngeren Generation nach diesem gebildet.

Der Hauptvertreter der Zeolithe auf den Stufen von der Clarke Mine ist der Apophyllit. Er bildet wasserhelle ca. ½ cm grosse Krystalle von pyramidalem Habitus und der Combination $\{111\}P$, $\{100\}\infty P\infty$, $\{001\}0P$ nach quadratischer Aufstellung. Datolith und Apophyllit finden sich nur an wenigen Stufen der Clarke Mine zusammen, in der Regel fehlt der eine, wo der andere reichlich auftritt. Indessen lässt sich doch das jüngere Alter des Apophyllit dem Datolith gegenüber feststellen. Pumpelly führt in seiner Tabelle über das Auftreten und die Altersfolge der Gangmineralien Apophyllit nicht an, doch sind nach ihm die übrigen Zeolithe Laumontit, Analcim und auch Prehnit stets älter als der Datolith.

Das gediegen Kupfer findet sich z. Th. in Form feiner Blättchen sowohl im Datolith als Apophyllit eingewachsen, z. Th. in grösseren blech- und drahtförmigen Wachsthumsformen als jüngste Bildung den übrigen Mineralien aufgewachsen. Besonders sind die Stufen von der East vein reich an den letzteren. Offenbar war die Bildung des Kupfers eine sehr lang andauernde, worauf auch die Beobachtungen Pumpelly's in Bezug auf das relative Alter von Calcit und Kupfer schliessen lassen.

Nur auf den Stufen der East vein befindet sich das Mineral, welches in seinen Eigenschaften grosse Uebereinstimmung mit Orthoklas zeigt und auch als solches stets bezeichnet wird. Nach der tabellarischen Zusammenstellung in der erwähnten Arbeit von Pumpelly besitzt dasselbe eine ausserordentliche Verbreitung, es wird fast von allen der untersuchten Localitäten erwähnt und zwar erweist es sich stets als eine der jüngsten Gangbildungen. Nur Calcit ist z. Th. jünger; alle anderen Gangminera-

lien, die Zeolithe, Quarz, Datolith, Chlorit etc. sind älter. In der Regel kommt es wie auch auf den Stufen der East vein in sehr schlecht ausgebildeten rauhen Krystallen vor, die stets z. Th. in paralleler, z. Th. regelloser Weise mit einander verwachsen sind und ausserordentlich an die ähnlichen Verwachsungen mancher Zeolithe, wie Stilbit und Heulandit erinnern. Stets sind sie auch durch Eisenoxyd röthlich gefärbt. Whitney (l. c.) sagt über dieses Mineral: »In almost every collection of Lake Superior specimens may be seen bunches and geodes of minute reddish crystals, accompanied by native copper, calcite and the zeolites, the usual vein minerals of that region; these crystals are usually labelled »stilbite« but they are, in reality, orthoclase as is evident from their physical characters and chemical composition.« Ferner: »The variety of orthoclase of which the analysis has been given above is found in almost all the mines, from the extremity of Keweenaw Point to the Ontonagon; but in the latter districts it is most abundant.«

Die ganze Art des Vorkommens dieses Orthoklases in so basischen Eruptivgesteinen zusammen mit Zeolithen etc. und noch dazu als eines der allerjüngsten Gangmineralien ist ein sehr merkwürdiges. Ein Analogon zu ihm bildet so weit mir bekannt nur das Vorkommen von Orthoklas als Drusenmineral zusammen mit Phillipsit und Calcit in dem Leucit-Tephrit vom Eulenberg bei Leitmeritz in Böhmen.

Zepharovich*), welcher dieses Vorkommen zuerst beschrieb, erwähnt, dass das Mineral einen dem Adular ähnlichen Habitus besitze und stets zu Gruppen verwachsen sei. Später hat Gränzer**) dasselbe Mineral näher untersucht und in verschiedener Hinsicht nicht unbedeutende Abweichungen von Orthoklas gefunden, so dass seine Identität mit demselben fraglich erscheint. Besonders zeigen seine Winkel bei im Allgemeinen Orthoklas-ähnlichem Habitus nicht unbedeutende Abweichung von letzterem, die Analyse ergab einen Wassergehalt von 0,5 %, der z. Th. erst vor dem Gebläse weggeht. Dünnschliffe zeigen, dass scheinbar einheitliche Krystalle aus verschieden orientirten Theilen bestehen, die auf einen complicirten Bau, wie ihn so viele Zeolithe besitzen, hinweisen.

Auf den Stufen von der Clarke Mine ist der Orthoklas zu schlecht ausgebildet, um einen Vergleich mit dem erwähnten böhmischen Mineral zu gestatten. Dagegen sitzen auf einer grösseren Gangstufe von der Adventure Mine (Ontonagon-District) scheinbar einfache Krystalle von kurzprisma-

---

*) Sitzungsberichte d. k. k. Akad. d. Wiss. 1885, **91**, I. Abth.; s. diese Zeitschr. **10**, 601.

) J. Gränzer, Das orthoklasähnliche Drusenmineral in dem Leucittephrit vom Eulenberg bei Leitmeritz. Tschermak's miner. M. 1890, **11; siehe diese Zeitschr. **21**, 188.

tischem Habitus der Combination $\{110\}\infty P$, $\{001\}0P$ resp. $\{\bar{1}01\}+P\infty$. Die Kryställchen sitzen auch hier den übrigen Gangmineralien auf und besitzen eine durchschnittliche Grösse von 1—2 mm. Die Flächen erwiesen sich alle für Messungen sehr schlecht, die Prismenflächen sind stark vertical gestreift und besonders in der Nähe der stumpfen Prismenkante sehr stark zugerundet. Die Basis ist meistens geknickt, so dass jede Fläche eine Reihe von Reflexen giebt, die theilweise mehrere Grade auseinander liegen. Nur eine grössere Reihe von in's Detail durchgeführten Messungen kann über die wahrscheinliche den Flächen zukommende Lage entscheiden. Von den kleinsten Krystallen wurden verschiedene zum Zwecke optischer Untersuchung in Oel eingelegt; keiner derselben zeigte einheitliche Auslöschung, sondern bei allen wurde undulöse Auslöschung resp. Zerfall in verschieden orientirte Sectoren wahrgenommen, deren Grenzen natürlich bei der Dicke der Objecte sehr verschwommen und unpräcis waren. Immerhin scheint das als »Orthoklas« vom Lake Superior bezeichnete Mineral in dieser Hinsicht sehr viel Aehnlichkeit mit dem erwähnten böhmischen zu besitzen, so dass eine genaue Untersuchung in orientirten Schliffen zum Vergleiche beider wünschenswerth wäre.

Eine unvollkommene Analyse dieses Orthoklases wurde schon 1849 publicirt (I)*), in ihr sind die Alkalien aus dem Verluste bestimmt; II. ist die Analyse desselben, welche später Whitney (l. c.) gab. Analyse III. ist die des Orthoklas-ähnlichen Minerals vom Eulenberg (Gränzer).

	I.	II.	III.
SiO_2	65,88	65,45	65,11
Al_2O_3	17,35	18,26	18,72
Fe_2O_3	0,57	0,57	—
CaO	—	—	0,38
MgO	—	—	0,31
K_2O	16,20	15,21	12,87
Na_2O		0,65	1,26
H_2O	—	—	0,403 (beim Glühen)
H_2O	—	—	0,097 (im Gebläse)
Sa.	100,00	100,14	99,15

Darnach stimmt das Mineral vom Lake Superior chemisch mit Orthoklas überein, während das böhmische im Alkali und Wassergehalt etwas abweicht.

---

*) Message from the President of the United States to the two houses of Congress. Dec. 1849, Part III.

Datolith von der Copper Falls Mine.

Die Copper Falls Mine, ebenfalls auf der Keweenaw Halbinsel gelegen, wurde nach Koch*) im Jahre 1844 eröffnet; der 10—18 Zoll (25—46 cm) mächtige Hauptgang erwies sich nur innerhalb des Melaphyrmandelsteins als erzführend, dagegen sobald er in den Sandstein übertritt als taub. Die Gangmineralien sind nach Koch Chlorit, Prehnit, Calcit, Quarz und in geringerer Menge Leonhardit, Laumontit, Stilbit, Analcim und Feldspath. Der Abbau wurde 1850 bis auf weiteres wieder eingestellt.

Alle vorliegenden Gangstufen zeigen dieselbe Breccienstructur wie sie bei der Clarke Mine erwähnt wurde, der Datolith dient auch hier als Cement für die eckigen Melaphyrbruchstücke. Der Datolith ist fast durchgehends von himbeer-rosenrother Farbe in Folge zahlreicher Einschlüsse von gediegen Kupfer. Von begleitenden Gangmineralien ist nur Kalkspath in grobspäthigen Massen vorhanden, alle anderen von Koch erwähnten Mineralien fehlen.

Während auf den meisten Stufen die Krystalle in ihren Dimensionen unter 0,5 cm bleiben und relativ reichhaltigere Combinationen aufweisen, finden sich die einfachen Krystalle von Comb. Fig. 7 nur auf wenigen Stufen und erreichen eine Grösse bis über einen Centimeter. Auf einer dieser letzteren Stufen zeigt der Datolith einen sehr vollkommen schaligen Bau nach Art der bekannten Kappenquarze. Der Kern dieser Krystalle besitzt nicht die hohe Durchsichtigkeit der gewöhnlichen Krystalle, sondern die trübe Beschaffenheit, die das Mineral gewöhnlich in körnigen Aggregaten zeigt. Die Oberfläche derselben ist scharf krystallographisch begrenzt, die Flächen sind indess rauh. Dieser Kern wird umgeben von einer etwa $\frac{1}{2}$ mm dicken Rinde, welche nach aussen von glatten und gut spiegelnden Krystallflächen begrenzt wird. Kern und Schalensubstanz zeigen dieselbe krystallographische Begrenzung und unter dem Mikroskope dieselbe Beschaffenheit.

An den kleineren und flächenreicheren Krystallen der Copper Falls Mine, wie sie in Fig. 8, 9 und 10 abgebildet sind, wurden folgende Flächen beobachtet:

Pinakoide: $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $c\{001\}0P$.

Prismen: $g\{110\}\infty P$, $m\{120\}\infty\grave{P}2$.

Klinodomen: $M\{011\}\grave{P}\infty$, $o\{021\}2\grave{P}\infty$.

Orthodomen: $x\{101\}-\bar{P}\infty$, $u\{201\}-2\bar{P}\infty$, $\xi\{\bar{1}01\}\bar{P}\infty$.

Negative Pyramiden: $n\{122\}-\grave{P}2$, $U\{342\}-2\grave{P}\frac{4}{3}$, $Q\{121\}-2\grave{P}2$,

*) Fr. C. L. Koch, Die Mineralregionen der oberen Halbinsel Michigans am Lake Superior und die Isle Royale. Göttingen 1852.

$\beta\{112\}-2\bar{P}4$, $q\{113\}-\frac{1}{3}P$, $\Delta\{111\}-P$, $\Gamma\{213\}-\frac{2}{3}\bar{P}2$,
$\mathcal{E}\{445\}-\frac{4}{5}P$ (neu).

Positive Pyramiden: $\varepsilon\{\bar{1}11\}+P$, $\lambda\{\bar{3}22\}+\frac{3}{2}\bar{P}\frac{3}{2}$, $\mathfrak{S}\{\bar{3}.14.14\}+\bar{P}\frac{14}{3}$ (neu).

Der Habitus der Krystalle ist kurzprismatisch, wie in Fig. 8, 9 und 10 ersichtlich. Die Häufigkeit der Formen ist ungefähr dieselbe wie bei den Krystallen von der Clarke Mine.

Die Form $\Gamma\{213\}$, welche Dana von dem Datolith der Isle Royale anführt und welche an Krystallen der Clarke Mine erwähnt wurde, ist an denen von der Copper Falls Mine sehr gewöhnlich und immer mit $q\{113\}$ zusammen. Ueberhaupt haben die Krystalle dieser Mine in Habitus und Combinationen sehr grosse Aehnlichkeit mit den von Dana abgebildeten Krystallen der Isle Royale.

Fig. 10 giebt den vorderen oberen Theil eines flächenreichen Krystalles. Ausser q und Γ tritt hier die negative Grundpyramide Δ und eine neue Pyramide $\mathcal{E} = \{445\}-\frac{4}{5}P$ auf. Beide Formen Δ und $\mathcal{E}$ sind nur sehr klein ausgebildet. Das Zeichen der Fläche $\mathcal{E}$ ergiebt sich aus den beiden Zonen:

$$[n(122) : u(201)] \text{ und}$$
$$[c(001) : q(113) : \Delta(111) : g(110)].$$

Ferner wurde gemessen:

$$\mathcal{E}(445) : c(001) = 43^{0}\,11', \text{ berechnet } 43^{0}\,26'\,50''.$$

Auf einer der Stufen von der Copper Falls Mine findet sich neben den gewöhnlichen Datolithkrystallen eine zweite jüngere Generation dieses Minerales, dessen Ausbildung stets eine in hohem Grade verzerrte ist. Diese Krystalle sind in der Regel kleiner als die normalen und wasserhell, selten enthalten auch sie Einschlüsse von gediegenem Kupfer. Fig. 11 giebt einen dieser Krystalle, der tafelartig nach einer Fläche von $m\{120\}$ ausgebildet und in der Richtung der Kante $m(120) : \varepsilon(\bar{1}11)$ stark verlängert ist. Dieser Krystall besitzt einen Maximaldurchmesser von $1\frac{1}{2}$ mm und eine Dicke von ca. $\frac{1}{2}$ mm. Ein anderer dieser verzerrten Krystalle ist tafelförmig nach $0P$. Der eine Pol der c-Axe ist ziemlich regelmässig ausgebildet und zeigt neben vorherrschendem $c\{001\}$ noch $n\{122\}$, $\varepsilon\{\bar{1}11\}$, $M\{011\}$, $o\{021\}$, $q\{113\}$, $\xi\{\bar{1}01\}$ und $\lambda\{\bar{3}22\}$. Die Prismenzone ist sehr schmal und schlecht ausgebildet, stellenweise fehlen die Flächen ganz. Am anderen Pole der c-Axe besteht der Krystall aus einer Reihe parallel orientirter Subindividuen, an denen neben $c\{001\}$ besonders die Pyramide $q\{113\}$ zu kräftiger Entwickelung gelangt. Ausserdem findet sich hier in der Zone $[\varepsilon(\bar{1}11) : M(011)]$ die Fläche einer neuen positiven Klinopyramide $\mathfrak{S}\{\bar{3}.14.14\}+\bar{P}\frac{14}{3}$. Ausser

dem erwähnten Zonenverhältnisse dienten zur Bestimmung der Form folgende Messungen:

		gemessen		berechnet
$\varepsilon(\bar{1}11) \cdot \mathfrak{S}(\bar{3}.14.14)$	gemessen	30° 0',	berechnet	30° 0' 49"
$c(001) : \mathfrak{S}(\bar{3}.14.14)$	-	33 15	-	33 49 50
$m(\bar{1}20) : \mathfrak{S}(\bar{3}.14.14)$	-	58 58	-	58 27 20

Die beiden letzten Winkelwerthe sind ungenau, da sowohl (001) als ($\bar{1}$20) nur schlechte Reflexe geben. Ueberhaupt liefern die Krystalle der Copper Falls Mine im Allgemeinen schlechtere Messungsresultate als die der Clarke Mine, ihre Flächen sind schlechter ausgebildet und häufiger geknickt.

Datolith von der North Cliff Mine.

Von der North Cliff Mine, Keweenaw Point, liegt nur eine Datolith-führende Stufe mit der Bezeichnung »exploring pit« vor. Auch hier bildet körniger Datolith ein Cement, das eckige Fragmente eines Melaphyrs verkittet. Auch hier ist das Mineral durch reichliche Einschlüsse von Kupferblättchen roth gefärbt. Durch Wegätzen von späthigem Kalkspath wurden nur wenige messbare Krystalle erhalten, die in ihrem Habitus denen der Copper Falls Mine ähnlich sind; Fig. 12 zeigt einen der flächenreicheren dieser Krystalle. An einem anderen wird die Kante $c(001) : \xi(\bar{1}01)$ abgestumpft durch eine schmale Fläche. Dieselbe liegt in der Zone der Orthodomen und ihr Winkel zu $\xi(\bar{1}01)$ wurde gemessen zu 37° 11'. Es berechnet sich daraus für diese neue Form das Zeichen $\{\bar{1}07\} + \frac{1}{7}\bar{P}\infty$. Der Winkel derselben zu ξ beträgt 36° 59' 30".

Datolith von der Osceola Mine, Keweenaw Point.

Von dieser Localität liegt nur eine Stufe mit guten Krystallen vor, die durch ihre bedeutendere Grösse, sie erreichen über 2 cm Durchmesser, sich von den vorherbeschriebenen Vorkommnissen auszeichnen. Die Combination dieser Krystalle ist eine recht einfache, sie zeigen prismatischen Habitus und zwar ist in der Prismenzone $m\{120\}$ sehr breit entwickelt, $g\{110\}$ und $a\{100\}$ bedeutend schmäler. Terminal sind sie begrenzt durch $c\{001\}$, $n\{122\}$, $M\{011\}$ und $\varepsilon\{\bar{1}11\}$, die alle ungefähr im Gleichgewichte ausgebildet sind. Die Krystalle stimmen demnach genau mit dem von Luedecke*) auf Tafel IV, Fig. 4 abgebildeten Krystalle von St. Andreasberg überein.

Ausserdem liegen grobkörnige Aggregate vor, deren einzelne Körner mehrere Centimeter im Durchmesser erreichen. Begleitende Mineralien auf der Osceola Mine sind Kalkspath, zum Theil grosse Krystalle $-2R$, Epidot und gediegen Kupfer.

*) Zeitschrift für Naturwissenschaften 1888, 7.

Die folgende Tabelle giebt die an dem Datolith von den drei erwähnten Localitäten gemessenen Winkel und zum Vergleiche die berechneten (grösstentheils nach Luedecke).

	Gemessen:	Berechnet:	
(001):(100) =	89° 50′	89° 51′ 20″	
(110):(100) =	32 16	32 19 0	(Luedecke)
(120):(100) =	51 43	51 41 22	-
(320):(100) =	22 44	22 52 32	-
(201):(001) =	63 26	63 22 36	-
(101):(001) =	44 54	44 51 22	-
($\bar{1}$07):($\bar{1}$01) =	37 11	36 59 30	
(021):(001) =	51 43 30″	51 45 33	(Luedecke)
(011):(001) =	32 21	32 23 36	-
(001):(122) =	38 51	38 55 22	-
(001):(121) =	58 11 30	58 12 14	-
(001):(124) =	21 58	22 0 0	
(001):(113) =	21 36	21 33 39	(Luedecke)
(001):(111) =	49 44	49 48 7	-
(001):(115) =	43 41	43 26 50	
(001):(213) =	35 0	34 59 7	(Luedecke)
(001):($\bar{1}$11) =	49 51	49 56 40	-
(001):($\bar{1}$12) =	31½ ca.	30 42 30	-
(124):(011) =	19 47	19 53 40	
(342):(110) =	27 48	27 56,3	(Luedecke)
(342):(122) =	25 53	25 41 35	
(342):(121) =	11 17	11 6 35	(Luedecke)
(142):(121) =	14 32	14 33 59	-
(142):(011) =	25 40	25 40,3	-
(113):(1$\bar{1}$3) =	23 8	22 40 2	-
(213):(2$\bar{1}$3) =	19 58	19 55 20	-
(324):(122) =	17 46	18 4 0	
($\bar{1}$11):($\bar{1}$00) =	49 57	49 49 21	(Luedecke)
($\bar{3}$22):(011) =	51 51	51 51 11	-
($\bar{5}$22):($\bar{1}$00) =	24 56	25 18 51	-
($\bar{3}$.14.14):($\bar{1}$11) =	30 0	30 0 50	
($\bar{3}$.14.14):(001) =	33 15	33 49 50	
($\bar{3}$.14.14):($\bar{1}$20) =	58 58	58 27 20	

Ausser den beschriebenen drei Vorkommen, auf denen Datolith gut krystallisirt ist, liegen Stufen von körnigen oder dichten Aggregaten dieses Minerales von folgenden Localitäten vor:

1. Franklin Mine, Keweenaw Point, vollständig dicht, röthlich gefärbt mit Kalkspath und gediegen Kupfer.

2. Acadian Mine, Keweenaw Point, ganz dichte Varietät.

3. Huron Mine, Keweenaw Point, ebenso.

4. Quincy Mine, Keweenaw Point, ebenso.

5. Ridge Mine, Ontonagon District, ebenso mit Quarz und Epidot zusammen.

Dieser dichte Datolith ist eine weisse Masse von mattem Aussehen, dem unglasirten Porzellan sehr ähnlich. In Dünnschliffen erweist er sich als ein regellos struirtes Aggregat winziger Körnchen, die unregelmässig begrenzt und nach allen Richtungen ungefähr gleich ausgedehnt sind. Die Doppelbrechung ist stark, wie dies bei einem Werthe $\gamma - \alpha$ von ca. 0,04 nicht anders zu erwarten ist. Selbst in sehr dünnen Stellen der Präparate zeigen die Körner noch Gelbweiss erster Ordnung. Das Material ist sehr rein von fremden Beimengungen.

Von diesen dichten Datolithen liegen zwei Analysen vor. I. ist die eines Vorkommens von der Isle Royale (Foster und Whitney)*), II. eines anderen von der Minesota Mine, Ontonagon District (Prof. C. F. Chandler)**).

	I.	II.	
SiO_2	37,64	37,44	
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	—	0,35	
Mn_2O_3	Spur	—	
CaO	34,68	35,11	
Bo_2O_3	21,88	21,40	(aus Verlust bestimmt)
H_2O	5,80	5,73	
	100,00	100,00	

Spec. Gew. = 2,983.

*) Amer. Journ. of Sc. 1853, **15**, 435.

) l. c. 1859, **28, 13.

XXVI. Die Krystallstructur des Anatas.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Hierzu Tafel XI.)

---

§ 1. In einer im Jahre 1892 erschienenen Abhandlung bezeichnete der um die Theorie der Krystallstructur so verdiente Forscher L. Sohncke*) als das Ziel dieser Theorie: »Von möglichst einfachen und einleuchtenden Grundannahmen aus in logischer Weise solche Vorstellungen über den Aufbau der Krystalle aus ihren Molekeln zu entwickeln, welche den Beobachtungsthatsachen überall entsprechen und daher als naturgemäss anerkannt werden müssen.« Bekanntlich bezog Bravais sämmtliche Krystalle auf 14 einfache Raumgitter, wodurch dieselben in sieben Classen zerfallen, während er die weiteren Unterabtheilungen durch eine entsprechend geringere Symmetrie der Krystallmolekeln selbst zu erklären versuchte. Sämmtliche Krystallbausteine sind nach ihm in jedem einzelnen Krystalle congruent und haben parallele Lage. Nach der von Sohncke aufgestellten Theorie in ihrer erweiterten Gestalt besteht hingegen ein Krystall entweder nur aus einer Art von Bausteinen (und dies dürfte für die überwiegende Mehrzahl zutreffen), oder er besteht aus zwei (oder mehreren) Arten von Bausteinen, die in regelmässiger Weise wechselnd gelagert sind. Die Schwerpunkte der Bausteine einer Art bilden immer eines der von Sohncke sogenannten regelmässigen Punktsysteme. Ein solches Punktsystem besteht aus n (= 1 — 24) congruenten, parallel in einander gestellten (parallelepipedischen) Raumgittern. Die Bravais'schen Raumgitter sind demnach als specielle Fälle der Sohncke'schen Punktsysteme zu betrachten. Als wichtigste Zukunftsaufgabe der Theorie des Krystallbaues bezeichnet Sohncke: »es muss die Abhängigkeit der Krystallstructur von

---

*) Diese Zeitschr. **20**, 455.

der Beschaffenheit der Molekel ermittelt werden«. Deshalb erkennt er den Molekeln der mit Symmetrieebenen begabten Krystalle bereits eine oder mehrere Symmetrieebenen zu.

Was die Beziehungen zwischen den an Krystallen vorzugsweise häufig auftretenden Flächen, sowie den Spaltungsrichtungen einerseits und zwischen der Structur resp. Anordnung der Molekeln andererseits betrifft, so stellt Sohncke*) im Anschluss an Bravais und in Erweiterung der von Demselben gefundenen Resultate folgende beiden Sätze auf:

1. Die von Molekeln dichtest besetzten Netzebenen werden sich im Allgemeinen am leichtesten bilden und daher am häufigsten als Krystallflächen auftreten, die minder dicht besetzten werden sich dem entsprechend schwieriger ausbilden.

2. Die Spaltbarkeit ist am vollkommensten parallel solchen Netzebenen, bei welchen gleichzeitig die beiden Bedingungen grossen Abstandes (der auf einander folgenden Ebenen) und grosser tangentialer Cohäsion (in Folge dichter Besetzung mit Molekeln) möglichst vollständig erfüllt sind.

Für die einfachen Raumgitter gilt nun der Satz, dass die verschiedenen Netzebenen um so dichter mit Molekeln besetzt sind, je grösser der Abstand je zweier parallelen Netzebenen von einander ist; es herrscht strenge Proportionalität zwischen Flächendichtigkeit der Netzebene und Abstand derselben von ihrer parallelen Nachbarin. Andererseits ist zu bemerken, dass Flächenhäufigkeit und Spaltbarkeit gewiss nicht lediglich von der Netzdichtigkeit und dem Abstande benachbarter Ebenen abhängen; in Betreff der ersteren wird auch die Art der Bildung oder Ausscheidung des Krystalles aus dem einen oder anderen Lösungsmittel, in Betreff der Spaltbarkeit die Gestalt und die chemische Structur der Molekeln, resp. die Art und gegenseitige Lage der darin enthaltenen Atome, von Einfluss sein. Endlich wird, wie Sohncke hervorhebt, die Kraft, mit der zwei benachbarte Netzebenen einer Trennung widerstreben, auch noch von der Stellung der Punkte der einen Netzebene gegen die Punkte der anderen abhängen. Immerhin aber wird in solchen Fällen, wo die Flächenhäufigkeit und die Spaltbarkeit eine nahe Beziehung zu einander erkennen lassen, hierdurch ein Fingerzeig gegeben sein, welche Structur als für den betreffenden Krystall wahrscheinlich anzusehen sei.

In seinen zahlreichen werthvollen Arbeiten über die Aetzerscheinungen an Krystallen, zuletzt in derjenigen über den Fluorit**), hat F. Becke auf die Bedeutung jener Erscheinungen für die Theorie der Krystallstructur hingewiesen und aus seinen interessanten Beobachtungen entsprechende Folgerungen abgeleitet. Er bezeichnet als Aetzflächen solche Flächen,

*) Diese Zeitschr. 13, 218.

**) Tschermak's min.-petr. Mitth. 11, 349. — Diese Zeitschr. 21, 185.

welche dem Aetzmittel den grössten resp. einen grossen Widerstand entgegensetzen; Aetzflächen sind diejenigen Flächen, welche die Aetzfiguren (Aetzgrübchen und Aetzhügel) begrenzen. Sie gruppiren sich zu Aetzzonen, innerhalb deren jedoch verschiedene Grade der Löslichkeit abwechseln. Beim Aetzen bedecken sich die Flächen der Aetzzonen im Allgemeinen mit Aetzgrübchen, diejenigen, welche ausserhalb der Aetzzonen liegen, mit Aetzhügeln, welche sich in Folge der dichten Zusammenlagerung der Aetzgrübchen bilden. Doch kann die Lage der Aetzzonen mit dem Aetzmittel wechseln; dies führte Becke zu der Annahme, dass der Angriff der verschiedenen Aetzmittel sich entweder auf die einen oder die anderen Atome der Krystallmolekel richte, von deren verschiedener Lage gegenüber den Krystallflächen dann auch der Wechsel der Aetzflächen und Aetzzonen bedingt wird. So sind z. B. für Flussspath bei der Aetzung mit Säuren primäre Aetzflächen $\{111\}$ und $\{100\}$, primäre Aetzzonen die $\{h11\}$- und $\{hh1\}$-Zonen. Die Aetzfiguren auf $\{100\}$ sind vierseitig, gebildet von $\{h11\}$; auf $\{111\}$ dreiseitig, gebildet von $\{h11\}$, oder sechsseitig von $\{h11\}$ und $\{hh1\}$. Auf den Flächen von $\{110\}$ entstehen nach $\{110\}:\{111\}$ gestreckte, disymmetrische, auf $\{h11\}$ und $\{hh1\}$ monosymmetrische, parallel der betreffenden Aetzzone rinnenförmige Figuren; $\{h0l\}$ hat monosymmetrische Aetzhügel. Für die Aetzung mit Alkalien vertauschen Ikositetraëder und Tetrakishexaëder ihre Rollen; erstere liegen nun ausserhalb der Aetzzone und tragen in Folge dessen Aetzhügel, letztere liegen in derselben und tragen nach der Aetzzone rinnenförmige Vertiefungen. Flächen mit geringster Löslichkeit tragen die schärfsten Aetzgrübchen. Es herrscht ferner ein Zusammenhang zwischen der Krystallform und der sogenannten Lösungsoberfläche (eine stetig gekrümmte Fläche, welche die Lösungsgeschwindigkeit nach verschiedenen Richtungen darstellt); der wachsende Krystall umgiebt sich mit Flächen kleinster Löslichkeit, sein Habitus wird also, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, durch das Lösungsmittel bedingt sein, aus welchem er sich ausscheidet. Aus den Aetzversuchen am Fluorit zieht Becke den Schluss, dass die Molekularstructur desselben durch das oktaëdrische Raumgitter (Système terquaternaire, mode octaédral nach Bravais) als erste Annäherung dargestellt wird; die Calciumatome sind dabei mehr den $\{110\}$-, die Fluoratome den $\{100\}$-Flächen zugewandt.

Aus den Becke'schen Resultaten ergiebt sich die Nothwendigkeit, bei der Erforschung der Krystallstructur bis zur chemischen Structur der einzelnen Krystallmolekel vorzudringen*), um so mehr und mehr das von

*) Dass auf diesem Wege in manchen Fällen noch grosse Schwierigkeiten zu überwinden sein werden, wird Niemand verkennen. Ich erinnere nur an die von mir beobachteten merkwürdigen Erscheinungen der Drehung der Aetzfiguren auf $0P$ des Apatit

Sohncke bezeichnete Ziel, die Abhängigkeit der Krystallstructur von der Beschaffenheit der Molekel zu ermitteln, zu erreichen.

§ 2. Wird es sich darum handeln, für einen krystallisirten Körper eine Theorie der Krystallstructur aufzustellen, so werden folgende Fragen besonders in Betracht zu ziehen sein:

1. Welche Flächen treten besonders häufig als Krystallflächen auf, und wie ist ihre Ausbildung beschaffen? welche Flächen kommen an dem betreffenden Körper überhaupt nicht als Krystallflächen vor resp. sind bisher noch nicht beobachtet worden?
2. Nach welchen Flächen sind die betreffenden Krystalle spaltbar und welche Grade der Spaltbarkeit zeigen sie?
3. Welche Flächen spielen bei natürlicher oder künstlicher Aetzung (wo möglich bei Anwendung verschiedener Aetzmittel) die Rolle der Aetzflächen, welche Zonen die einer Aetzzone? welche Flächen tragen nach der Aetzung Aetzgrübchen, welche Aetzhügel?
4. Wie verhalten sich die verschiedenen einer Aetzzone angehörigen Flächen? welche werden am wenigsten stark vom Aetzmittel angegriffen?

Die Beobachtungen, welche in Bezug auf diese vier Punkte gemacht sind, müssen durch die für die betreffenden Krystalle aufgestellte Theorie eine ungezwungene Deutung finden. Auch die über die chemische Structur der Molekeln gemachte Annahme muss mit jenen Thatsachen in Einklang stehen.

Von diesen Grundsätzen ausgehend habe ich, gestützt auf eine Reihe bezüglicher Beobachtungen, es versucht, eine Theorie der Krystallstructur des Anatas aufzustellen, welche, wie mir scheint, jene Bedingungen in einfacher Weise erfüllt. Es wird am zweckmässigsten sein, meine Ansicht zuerst zu entwickeln, um dann an der Hand jener Fragen deren Berechtigung zu erweisen.

§ 3. Die einzelne Krystallmolekel des Anatas betrachte ich als gebildet aus einem doppelten Molekül Titansäure-Anhydrid Ti_2O_4, welches in der Weise gebaut ist, dass die beiden Titanatome gleichsam die beiden Polecken, die vier Sauerstoffatome hingegen die vier Randecken einer Pyramide $\{111\}P$ des Anatas bilden. Jedes Titanatom ist durch seine vier Werthigkeiten mit allen vier Sauerstoffatomen verbunden (s. Taf. XI, Fig. 1). Die ganze Molekel besitzt demnach vollkommen die Symmetrie eines holo-

---

mit wachsender Concentration des Aetzmittels und des verschiedenen Verhaltens, welches dieses Mineral dabei verschiedenen Säuren — die doch im Allgemeinen in gleicher oder sehr ähnlicher Art auf die Atome der Krystallmolekel einwirken werden — gegenüber zeigt.

ëdrischen quadratischen Krystalles und ist auch als Krystallbaustein so orientirt, wie es einer Protopyramide entspricht.

Diese Krystallbausteine sind nun ihrerseits wieder in der Weise zu dem ganzen Krystalle gruppirt, dass sie den Polecken und Randecken der Grundpyramide P des Anatas entsprechend angeordnet sind. Fig. 2 stellt die Anordnung der Molekeln nach einer Ebene $\{110\}\infty P$ (für einen Oktanten), Fig. 3 diejenige nach der Basis dar; dabei seien die kleinen schwarzen Kreise resp. Molekeln in der Ebene der Zeichnung liegend, die weissen in der nächstfolgenden (darüber oder darunter befindlichen) Netzebene liegend gedacht.

Die angegebene Anordnung der Molekeln entspricht einem einfachen Raumgitter, welches von Bravais*) als système quaternaire, mode octaédral bezeichnet wird. Es geht aus dem Raumgitter, welches durch die acht Eckpunkte des von der Basis begrenzten Protoprismas bestimmt ist (mode hexaédral ou prisme droit à base carrée), durch Centrirung hervor. Was nun die Grösse des Elementarparallelogramms (parallélogramme générateur) der durch jenes Raumgitter bestimmten Flächen betrifft, so giebt Bravais dafür folgende Formeln an:

$$1.\quad \Sigma_c^2(g,\, h,\, k = 2j - g - h) = g^2 + h^2 + k^2\lambda\ ,$$
$$2.\quad \Sigma_c^2(g,\, h,\, k = 2j + 1 - g - h) = 4(g^2 + h^2 + k^2\lambda)\ ,$$

worin Σ_c das Elementarparallelogramm einer Fläche bedeutet, deren Indices, bezogen auf die beiden sogenannten Zwischenaxen ($a_1 = a\sqrt{\frac{1}{2}}$) und die Hauptaxe, g, h und k sind. Bravais bezeichnet jene Zwischenaxen als axes binaires de première espèce, die gewöhnlichen krystallographischen Nebenaxen als axes binaires de deuxième espèce. λ ist eine Abkürzung für $\cot^2 U$, wobei U die Neigung der Grundpyramide (nach Bravais $\{101\}$) zur Basis darstellt. Beim Anatas ist $\lambda = \cot^2 68^0\, 18'\, 10'' = 0{,}1583182$.

Von den beiden obigen Formeln gilt nun die erstere für solche Flächen, bei welchen $g + h + k$ eine gerade Zahl ergiebt, die zweite für solche, bei denen jene Summe eine ungerade Zahl darstellt. Dies ist ausgedrückt durch $k = 2j - g - h$ resp. $g + h + k = 2j$ (wobei j irgend eine ganze, $2j$ also jedenfalls eine gerade Zahl ist) und durch $k = 2j + 1 - g - h$ resp. $g + h + k = 2j + 1$ (wo $2j + 1$ jedenfalls eine ungerade Zahl darstellt). Aus diesen Formeln sind nun die folgenden Werthe für Σ_c^2, das Quadrat des Elementarparallelogramms, berechnet. Dieselben gehören Formen an, welche beim Anatas vorkommen. Die Werthe für Basis und Prismen, Proto- und Deutero-, sowie ditetragonale Pyramiden sind jedesmal nach steigender Grösse geordnet. Die Umwandlung der

*) Études cristallographiques, Paris 1866, p. 176. — S. auch Groth, Physikalis Krystallographie, 3. Aufl., S. 254, Fig. 142 b.

Bravais'schen Zeichen in die Miller'schen geschieht in der Weise, dass g, h, k (Bravais) $= g+h,\ g-h, k$ (Miller) wird.

Bravais:	Miller:	Naumann:	Σ_c^2
{001}	{001}	$0P$	4λ
{110}	{100}	$\infty P\infty$	2
{100}	{110}	∞P	4
{101}	{111}	P	$1+\lambda$
{103}	{113}	$\frac{1}{3}P$	$1+9\lambda$
{105}	{115}	$\frac{1}{5}P$	$1+25\lambda$
{102}	{112}	$\frac{1}{2}P$	$4+16\lambda$
{107}	{117}	$\frac{1}{7}P$	$1+49\lambda$
{301}	{331}	$3P$	$9+\lambda$
{305}	{335}	$\frac{3}{5}P$	$9+25\lambda$
{109}	{119}	$\frac{1}{9}P$	$1+81\lambda$
{104}	{114}	$\frac{1}{4}P$	$4+64\lambda$
{201}	{221}	$2P$	$16+4\lambda$
{307}	{337}	$\frac{3}{7}P$	$9+49\lambda$
{203}	{223}	$\frac{2}{3}P$	$16+36\lambda$
{106}	{116}	$\frac{1}{6}P$	$4+144\lambda$
{205}	{225}	$\frac{2}{5}P$	$16+100\lambda$
{108}	{118}	$\frac{1}{8}P$	$4+256\lambda$
{207}	{227}	$\frac{2}{7}P$	$16+196\lambda$
{1.0.10}	{1.1.10}	$\frac{1}{10}P$	$4+400\lambda$
{1.0.14}	{1.1.14}	$\frac{1}{14}P$	$4+784\lambda$
{112}	{101}	$P\infty$	$2+4\lambda$
{116}	{103}	$\frac{1}{3}P\infty$	$2+36\lambda$
{111}	{201}	$2P\infty$	$8+4\lambda$
{1.1 10}	{105}	$\frac{1}{5}P\infty$	$2+100\lambda$
{332}	{301}	$3P\infty$	$18+4\lambda$
{1.1.14}	{107}	$\frac{1}{7}P\infty$	$2+196\lambda$
{772}	{701}	$7P\infty$	$98+4\lambda$
{213}	{313}	$P3$	$5+9\lambda$
{323}	{513}	$\frac{5}{3}P5$	$13+9\lambda$
{219}	{319}	$\frac{1}{3}P3$	$5+81\lambda$
{2.1.13}	{3.1.13}	$\frac{3}{13}P3$	$5+169\lambda$
{3.2.19}	{5.1.19}	$\frac{5}{19}P5$	$13+361\lambda$
{412}	{532}	$\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$	$68+16\lambda$
{3.1.20}	{2.1.10}	$\frac{1}{5}P2$	$10+400\lambda$

Bravais:	Miller:	Naumann:	Σ_c^2
{11.10.3}	{21.1.3}	$7P21$	$221 + 9\lambda$
{654}	{11.1.4}	$\frac{11}{4}P11$	$244 + 64\lambda$
{3.2.20}	{5.1.20}	$\frac{1}{4}P5$	$52 + 1600\lambda$
{10.7.2}	{17.3.2}	$\frac{17}{2}P\frac{17}{3}$	$596 + 16\lambda$
{7.4.44}	{11.3.44}	$\frac{1}{4}P\frac{11}{3}$	$260 + 7744\lambda$
{43.35.12}	{39.4.6}	$\frac{13}{2}P\frac{39}{4}$	$3074 + 144\lambda$

Multiplicirt man die vorstehenden Werthe noch mit $\Sigma^2\{110\}$ (Bravais), dem Quadrat des Elementarparallelogramms für das Deuteroprisma $\infty P\infty$, bezogen auf eine Zwischenaxe a_1 als Längeneinheit, und zieht aus dem Producte die Wurzel, so erhält man die Grösse des betreffenden Elementarparallelogramms, ausgedrückt in Flächeneinheiten a_1^2. Da $a_1^2 = \frac{1}{2}a^2$, so muss man die betreffenden Zahlen halbiren, um die Grösse des Elementarparallelogramms, ausgedrückt in Flächeneinheiten a^2, zu erhalten. Für die Grundpyramide P des Anatas ist z. B. $\Sigma_c^2 = 1 + \lambda = 1{,}1583182$; für Σ^2 des Deuteroprismas, bezogen auf $a_1 = 1$, ergiebt sich $8c^2 = 8 \cdot 3{,}158191$. Hieraus ergiebt sich für Σ von P (ausgedrückt in Flächeneinheiten a_1^2) 5,409762, also in Einheiten a^2 die Zahl 2,704881. Der reciproke Werth $\frac{1}{\Sigma}$ entspricht der Netzdichtigkeit.

Bravais weist darauf hin, dass bei Körpern, welche auf dieses Raumgitter zu beziehen sind, diejenigen Flächen, deren Indicessumme (bezogen auf die Zwischenaxen a_1) durch 2 ohne Rest theilbar ist, häufiger seien als diejenigen, bei welchen jene Summe eine ungerade Zahl darstellt. Auch bemerkt er, dass unter den Prismen das Deuteroprisma, unter den Pyramiden die Protopyramide P die vorherrschende Form sein werde. Dass dies beim Anatas zutrifft, ist theils bekannt, theils wird es aus den folgenden Mittheilungen bestimmter hervorgehen. Bravais erwähnt jedoch den Anatas nicht; er führt als Beispiele für den mode octaédral nur Apophyllit, Rutil und Zirkon an.

Ehe ich dazu übergehe, die Netzdichtigkeit der Anatasformen mit der Häufigkeit ihres Auftretens des Näheren zu vergleichen, sei bemerkt, dass man noch auf andere Weise ein anschauliches Bild von der Grösse des Elementarparallelogramms resp. der Netzdichtigkeit derjenigen Formen gewinnen kann, welche der Proto- oder der Deuteropyramidenzone angehören. Für die ersteren geschieht dies mit Hülfe von Fig. 2. Die zu derselben resp. zur Ebene der Zeichnung senkrechten Krystallflächen gehören der Zone der Protopyramiden an, welche beim Anatas besonders stark entwickelt ist. Die in der Figur eingezeichneten Linien sind die Sectionslinien solcher Flächen mP (sowie von $0P$ und ∞P) und geben ein Bild davon, in welchen Abständen die einzelnen Molekelreihen, die sich in der

zur Zeichnung senkrechten Richtung erstrecken, innerhalb dieser Flächen auf einander folgen, also ein Bild der relativen Flächendichtigkeit. Denn da die Krystallmolekeln in jener Richtung für alle Flächen der Zone gleichen Abstand haben, so bedarf es nur der in der Figur dargestellten Abstände, um die genannten Flächen hinsichtlich ihrer Netzdichtigkeit mit einander zu vergleichen, d. h. je kleiner diese Abstände sind, um so grösser ist die Flächen- oder Netzdichtigkeit. Die relative Grösse der Abstände kann man in folgender Weise berechnen. Drückt man irgend eine Protopyramide mP durch das Symbol $\frac{p}{q}P$ aus, wobei also $m = \frac{p}{q}$ (z. B. P durch $\frac{1}{1}P$, $2P$ durch $\frac{2}{1}P$, $\frac{1}{3}P$ durch $\frac{1}{3}P$), so erhält man den Abstand d zweier in der betreffenden Fläche auf einander folgender Molekelreihen nach den Formeln:

$$d = \sqrt{p^2c^2 + q^2a_1{}^2} \quad \text{und} \quad d = 2\sqrt{p^2c^2 + q^2a_1{}^2},$$

worin c die Länge der Hauptaxe des Anatas (bezogen auf $a = 1$) und a_1 die Länge einer Zwischenaxe ausdrückt. Ist nun p oder q eine gerade Zahl, so gilt die zweite Formel, sind aber p und q ungerade, so gilt die erste. Nimmt man für Anatas $c = 1{,}77713$ (wobei $c^2 = 3{,}158191$), so kann man, da $a_1{}^2 = \frac{a^2}{2} = \frac{1}{2}$ ist, die beiden Formeln auch schreiben:

$$d = \sqrt{p^2 \cdot 3{,}158191 + \frac{q^2}{2}} \quad \text{und} \quad d = 2\sqrt{p^2 \cdot 3{,}158191 + \frac{q^2}{2}}.$$

Für $0P = \frac{0}{1}P$ erhält man $d = 2a_1$, für $\infty P = \frac{1}{0}P$ wird $d = 2c$.

Die aus Fig. 2 sich ergebenden Abstände sind nun nebst denen für $7P$ und $\frac{1}{10}P$ in Fig. 4 für 31 verschiedene Formen auf einer verticalen Linie, von oben ab gemessen, abgetragen. Somit giebt Fig. 4 einen raschen Ueberblick über die relative Netzdichtigkeit der in dieselbe eingetragenen Formen. Die grösste Netzdichtigkeit zeigt $0P$, dann folgt P, $\frac{1}{3}P$ u. s. w. (vergl. die obige Zusammenstellung).

Die mit (*) versehenen Formen wurden bisher am Anatas noch nicht beobachtet. Ueber die aus dieser graphischen Darstellung sich ergebenden Folgerungen soll später Näheres gesagt werden.

Will man das Elementarparallelogramm der einzelnen, der Protopyramidenzone angehörigen Flächen (in Flächeneinheiten a^2) berechnen, so hat man nur den Abstand d mit $2a_1$ zu multipliciren ($\Sigma = 2a_1 d$). Dies ergiebt sich unmittelbar aus der Betrachtung der Fig. 3, wo, wie schon bemerkt, die Anordnung der Krystallmolekeln auf die Basis projicirt dargestellt ist. Da für alle Flächen dieser Zone der Coëfficient $2a_1$ derselbe bleibt, so geben die Abstände d schon das Verhältniss der bezüglichen Elementarparallelogramme, also auch das umgekehrte Verhältniss der Flächendichtigkeiten

an (je kleiner das Elementarparallelogramm, um so grösser die Flächendichtigkeit).

Aus Fig. 2 ist auch zu ersehen, wie bei den verschiedenen Formen der relative Abstand zweier benachbarter paralleler Netzebenen wechselt. Man denke sich zu dem Zwecke die einzelnen Sectionslinien parallel mit sich selbst so weit verschoben, bis sie wieder auf eine resp. mehrere Molekeln treffen.

Um die Verhältnisse bei den Deuteropyramiden leicht übersehen zu können, construirt man am besten eine Projection der Molekeln auf $\infty P\infty$, ähnlich wie in Fig. 2 auf ∞P. Der Abstand zweier in einer Deuteropyramide ($mP\infty = \frac{p}{q}P\infty$) über einander liegender Molekelreihen d_1 ist dann $= \sqrt{p^2c^2 + q^2a^2} = \sqrt{p^2c^2 + q^2}$, und zwar gilt diese Formel für alle derartige Pyramiden, so dass eine Unterscheidung, wie bei den Protopyramiden, nicht zu machen ist. Hieraus folgt aber, dass die Deuteropyramiden, nach abnehmender Netzdichtigkeit geordnet, nicht die gleiche Reihenfolge ergeben, wie die entsprechenden Protopyramiden. Während z. B. $\frac{1}{3}P$ hinsichtlich seiner Netzdichtigkeit zwischen P und $\frac{1}{2}P$ liegt, besitzt $\frac{1}{3}P\infty$ zwar eine kleinere Dichtigkeit als $P\infty$, aber eine grössere als $\frac{1}{2}P\infty$. Für die Deuteropyramiden ist also der Umstand, dass p und q ungerade sind, nicht mehr, wie für die Protopyramiden, eine Bedingung relativ grösserer Netzdichtigkeit. Das Elementarparallelogramm Σ_1 für die Deuteropyramiden ist allgemein $= 2a \cdot d_1 = 2d_1$, z. B. für $P\infty = 2\sqrt{c^2 + 1}$, während es für $P = 2a_1\sqrt{c^2 + \frac{1}{2}}$, also kleiner ist. Da der Coëfficient $2a_1 < 2a$ und für diejenigen Protopyramiden, bei welchen p und q ungerade sind, der Abstand d ebenfalls kleiner ist als für die entsprechenden Deuteropyramiden (mit gleichem Werthe für m) der Abstand d_1, so ist auch die Netzdichtigkeit jener Protopyramiden grösser als die der entsprechenden Deuteropyramiden. Das Elementarparallelogramm für $\infty P\infty$, dieses zuweilen so stark entwickelten Prisma, ist $= 2c$, also kleiner als das für ∞P, nämlich $2c\sqrt{2}$; es ist also die Netzdichtigkeit von $\infty P\infty$ grösser als die von ∞P. Auch besitzt nach dem Gesagten $\infty P\infty$ eine grössere Netzdichtigkeit als $P\infty$, während ∞P eine geringere Netzdichtigkeit aufweist, als P.

Es ist jedoch mit Rücksicht auf die Aetzerscheinungen zu bemerken, dass die Flächen der verschiedenen Formen einer lösenden oder zersetzenden Substanz nicht allein einen mit ihrer Netzdichtigkeit wachsenden Widerstand entgegensetzen werden, sondern dass auch die Lage, welche die verschiedenen Atome der Krystallmolekel zu den betreffenden Flächen einnehmen, von Einfluss auf diesen Widerstand sein wird. Bei der oben dargelegten Annahme von dem Baue der einzelnen Krystallmolekel lässt

sich wohl vermuthen, dass ein zersetzender Angriff, etwa in der Richtung senkrecht zu P auf die Molekel geübt, einen kräftigeren Widerstand erfahren wird, als ein solcher, welcher senkrecht zu $P\infty$ wirkt. Denn im ersteren Falle müssen zunächst drei Atome (Ti und $2O$) mit zusammen acht Werthigkeiten gelöst werden, im zweiten nur zwei (Ti und O) mit zusammen sechs Valenzen. Es lässt sich auch erwarten, dass die Basis, obgleich ihr eine noch grössere Netzdichtigkeit zukommt, als der Grundpyramide P, dennoch beim Aetzen einen geringeren Widerstand leisten wird als diese, weil die corrodirende Substanz zunächst nur auf je ein Titanatom mit vier Valenzen stösst und dasselbe aus seinem Verbande zu lösen hat. Doch sind dies immerhin nur Vermuthungen; erst reichere Erfahrungen werden uns in Stand setzen können, nach dieser Richtung hin grössere Sicherheit zu erlangen (vergl. indess § 8).

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass eine Verringerung der Netzdichtigkeit einer Fläche durch Vergrösserung des verticalen Abstandes der in derselben gelegenen Molekelreihen in ganz anderer Weise auf die Häufigkeit des Auftretens wie auch auf die physikalischen Eigenschaften derselben, wie z. B. den Widerstand gegen Aetzmittel, wirken kann, als eine solche durch Vergrösserung des horizontalen Abstandes. Auch in dieser Beziehung ist näherer Aufschluss nur durch möglichst zahlreiche Beobachtungen zu erhoffen. Es wird jetzt meine Aufgabe sein, die thatsächlichen Stützen für die entwickelte Ansicht über die Krystallstructur unseres Minerals aufzuzählen.

§ 4. Zunächst sei die Frage erörtert, welche Formen am Anatas am häufigsten auftreten und welche bis jetzt an demselben noch nicht gefunden sind. Da tritt uns denn die Thatsache entgegen, dass die Zone der Protopyramiden mit ihrer grösseren horizontalen Netzdichtigkeit weit reicher entwickelt ist, als die der Deuteropyramiden mit geringerer horizontaler Dichtigkeit. Während étwa 24 verschiedene Protopyramiden bekannt sind, von welchen etwa 13 mehr oder weniger häufig erscheinen, kennt man nur zehn Deuteropyramiden, von welchen etwa drei bis vier zu den nicht gerade seltenen Formen zu rechnen sind. Die Zahl der bisher bekannt gewordenen ditetragonalen Pyramiden ist allerdings eine ziemlich grosse, gegen 16 (die unsicheren mitgerechnet), allein gewiss nur sehr wenige davon werden häufiger, die meisten nur vereinzelt beobachtet. Von den Prismen ist nur $\infty P\infty$ und ∞P (beide häufig) bekannt, dazu kommt noch die häufige Basis.

Besonders geeignet zu eingehenderer Betrachtung scheinen mir die Protopyramiden zu sein. Unter ihnen befinden sich einige mit complicirtem Symbol, wie $\frac{1}{14}P$, $\frac{5}{19}P$, $\frac{15}{8}P$, $\frac{1}{40}P$, $\frac{1}{28}P$, welche wohl nur vereinzelt vorkommen oder noch mehr oder weniger zweifelhaft sind, dann aber folgende, welche oft auftreten: P, $\frac{1}{3}P$, $\frac{1}{2}P$, $\frac{2}{5}P$, $\frac{1}{5}P$, $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{9}P$, $2P$, $3P$, endlich wieder

seltenere, wie $\frac{1}{4}P$, $\frac{1}{6}P$, $\frac{1}{8}P$, $\frac{1}{10}P$, $\frac{2}{3}P$, $\frac{2}{7}P$. Es ist jedoch schwierig, aus den Mittheilungen über die am Anatas auftretenden Formen ein sicheres Urtheil über deren relative Häufigkeit zu gewinnen, da es ja in der Regel den Autoren darauf ankommt, ungewöhnlich gebildete resp. sehr flächenreiche Krystalle zu beschreiben. Ich habe deshalb, da mir eine ziemlich grosse Reihe von Anatasstufen aus dem Binnenthal, welche gewiss für solche Untersuchungen das geeignetste Material darbieten, sowie einzelner anderer Vorkommen zur Verfügung stand, einzelne Krystalle verschiedener Typen gemessen, in der Hoffnung, so wenigstens ein sichereres Urtheil über Häufigkeit und Ausbildungsweise einer Reihe von Formen zu gewinnen. Ich legte dabei vorzugsweise Gewicht auf die Protopyramiden und prüfte auch, inwieweit die einzelnen Flächen mehrfache, auf vicinale Formen deutende Reflexe lieferten, sowie ob selbständig entwickelte vicinale Flächen vorhanden waren. Wenngleich nicht alle dabei erhaltenen Resultate eine directe Verwerthung für den vorliegenden Zweck zulassen, so glaube ich doch, die ganze Reihe der gemachten Beobachtungen vorlegen zu sollen. Es wäre leicht möglich, dass auch solche Thatsachen, welche zunächst geringere Bedeutung für die Krystallstructur des Anatas zu besitzen scheinen, späterhin einen höheren Werth in dieser Richtung gewinnen könnten.

§ 5. Meine Beobachtungen erstrecken sich hauptsächlich auf folgende Krystalle:

Kr. I. Dieser ziemlich grosse, natürlich geätzte Krystall, welcher später noch nähere Besprechung finden soll, zeigt in der Zone der Protopyramiden folgende Formen: $0P$, P, $\frac{1}{3}P$, $\frac{1}{2}P$, $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{9}P$, $3P$, ∞P, welche fast alle — wohl am wenigsten ∞P (sehr schmal), $\frac{1}{9}P$ und $\frac{1}{2}P$ — gute Werthe lieferten, und von welchen nur $\frac{1}{9}P$ und $\frac{1}{2}P$, sowie einmal $\frac{1}{3}P$ Nebenreflexe gaben. Die genannten Formen gehören zu den zehn ersten der in der Tafel (Fig. 4) aufgeführten, also am ersten zu erwartenden; von diesen zehn fehlen nur $\frac{1}{5}P$ und $\frac{3}{5}P$. Mit ziemlich grossen Flächen erscheint noch die Deuteropyramide $P\infty$ (gemessen $P\infty : P\infty$ (Randkante) $= 58^0\,42'$, ber. $58^0\,44'$) und eine nicht genauer bestimmbare, weil stark corrodirte ditetragonale Pyramide.

Kr. II. Hier treten auf: $\frac{1}{3}P$, $\frac{3}{5}P$, P, $2P$, ∞P. Davon geben die besten Werthe $2P$, $\frac{1}{3}P$, P, weniger gute $\frac{3}{5}P$. Letztere Fläche giebt stets mehrere (bis etwa fünf) Reflexe, wovon die besseren jedoch sehr nahe zusammenliegen; auch $\frac{1}{3}P$ liefert in zwei Fällen zwei sehr scharfe, dicht neben einander liegende Reflexe (Differenz $2'$ und $2\frac{1}{2}'$). Die übrigen Flächen geben alle einfache Reflexe. Ich fand z. B.:

$\frac{1}{3}P : P$	$= 28^0\,20\frac{1}{2}'$,	ber.	$28^0\,20'\,54''$
- $: 2P$	$= 38\;\;46$	-	$38\;\;47\;\;37$
- $: \infty P$	$= 50\;\;\;3$	-	$50\;\;\;2\;\;44$

Ausserdem treten noch auf $P\infty$, $\infty P\infty$ (mit scharfem Reflex) und eine ditetragonale Pyramide mit rauhen Flächen, welche anscheinend in den Zonen $\frac{1}{3}P : \infty P\infty$ und $P : P$ (Polkante) liegen, demnach $P3$ angehören.

Kr. III. Ganz ähnlich dem vorigen. Zeigt: $\frac{1}{3}P$, $\frac{2}{3}P$, $2P$, ∞P. Zwei Flächen von $\frac{1}{3}P$ geben sehr gute, einfache bis fast ganz einfache Reflexe, die beiden anderen zarte Nebenreflexe in Abständen von $2'$—$8\frac{1}{2}'$; $2P$ giebt nur schwache Reflexe, ist deshalb meist nur ungefähr zu messen; $\frac{2}{3}P$ weist verwaschene oder mehrfache Reflexe (grösster Abstand ca. $22'$) auf; ∞P ist nur sehr schmal. Gute Werthe giebt nur $\frac{1}{3}P$. Geht man von den beiden besten Flächen dieser Form aus, so erhält man unter Berechnung der normalen Lage von ∞P für die beste Fläche von $2P$ den Randkantenwinkel $22^0\,35\frac{1}{2}'$ (ber. $22^0\,30'$). An diese Fläche schliesst sich eine deutliche vicinale Fläche an, welche mit ihr (zwischen $2P$ und $\frac{2}{3}P$) einen Winkel von $1^0\,28\frac{1}{2}'$ einschliesst. Hieraus folgt der Randkantenwinkel $25^0\,32\frac{1}{2}'$; diese Fläche entspricht demnach wohl der Pyramide $\frac{7}{4}P$, für welche sich der Randkantenwinkel zu $25^0\,37'\,8''$ berechnet. Eine Fläche von $\frac{2}{3}P$ giebt den guten Werth für den Randkantenwinkel $67^0\,5\frac{1}{2}'$ (ber. $67^0\,6'$), die übrigen Flächen dieser Form liefern, wie bemerkt, mehrere Reflexe. P ist nur mit einer sehr schmalen Fläche vertreten, giebt auch nur einen sehr schwachen Reflex. Endlich erscheinen noch $P\infty$, $\infty P\infty$, sowie $P3$ mit matten und gekrümmten Flächen.

Kr. IV. Dieser Krystall zeigt zunächst P und $\frac{1}{3}P$, wovon P gut spiegelt und fast ganz einfache Bilder giebt. Ich fand z. B. $P : P = 43^0\,19\frac{1}{2}'$ (ber. $43^0\,22\frac{1}{2}'$). $\frac{1}{3}P$ erscheint in schmalen Streifen mit ebensolchen Streifen einer stark horizontal gerieften Fläche abwechselnd, welche im Allgemeinen zwischen $\frac{1}{4}P$ und $\frac{1}{3}P$ liegt. Die Reflexe auf $\frac{1}{3}P$ sind breit, doch fast ganz einfach. Ich maass: $\frac{1}{3}P : \frac{1}{3}P = 100^0\,33'$ und $100^0\,25\frac{1}{2}'$ (ber. $100^0\,5\frac{1}{2}'$), also wenig genau. Dies ist offenbar auf die gestörte Entwickelung von $\frac{1}{3}P$ zurückzuführen. An P schliesst sich regelmässig eine gut entwickelte vicinale Fläche (zwischen P und ∞P) an, von welcher ich folgende Neigungen zu P maass: $0^0\,59'$ (neben ein paar anderen schwächeren Reflexen), $1^0\,10\frac{3}{4}'$ (gleichfalls als hellster unter mehreren Reflexen), sowie $0^0\,58'$. An einem anderen Krystalle (VII) fand ich später noch eine solche Fläche, welche zu P unter $0^0\,55'$ geneigt ist. Das Mittel aus allen diesen Werthen $1^0\,0'\,44''$ ergiebt einen Randkantenwinkel von $44^0\,22'\,18''$; für die Pyramide $\frac{20}{19}P$ berechnet sich dieser Winkel zu $44^0\,24'\,46''$ und die Neigung zu P zu $0^0\,59'\,27''$.

Die Flächen von $\frac{2}{3}P$ geben drei bis vier Reflexe. Die Hauptreflexe führen bei zwei Flächen zu der gegenseitigen Neigung (Randkante) von $66^0\,55\frac{1}{2}'$ (ber. $67^0\,6'$), bei zwei anderen von $66^0\,58\frac{1}{4}'$. Die besseren Nebenreflexe bilden mit den Hauptreflexen Winkel von $7\frac{3}{4}'$, $8\frac{3}{4}'$, $11'$, $29\frac{1}{2}'$. Da neben denselben noch schwächere Nebenreflexe erscheinen, ist es nicht

angezeigt, Symbole dafür zu berechnen. Zuweilen tragen die Flächen von $\frac{3}{8}P$ eine feine horizontale Streifung. Stark gestreift sind die beiden stumpfsten Pyramiden, welche zwischen $\frac{1}{4}P$ und $\frac{1}{5}P$, resp. zwischen $\frac{1}{6}P$ und $\frac{1}{7}P$ liegen. Namentlich die erstere liefert deshalb eine ganze Reihe von Reflexen, so dass im Allgemeinen nur auf den hellsten resp. auf die hellste Stelle eingestellt werden konnte. So erhielt ich z. B. annähernd die Randkantenwinkel 118° 8½′ und 120° 43½′, während $\frac{1}{4}P$ 115° 43′ und $\frac{1}{5}P$ 126° 37½′ erfordert, sowie einmal die Neigung zu P = 38° 14′, während $\frac{1}{4}P$ 36° 9′ 40″ und $\frac{1}{5}P$ 41° 36′ 59″ erfordert. Es lässt sich wohl nur so viel sagen, dass die betreffenden, sehr unvollkommenen Flächen annähernd in der Mitte zwischen $\frac{1}{4}P$ und $\frac{1}{5}P$ liegen. Die stumpfste Pyramide, gleichfalls mehrere Reflexe liefernd, ergab aus einem besseren Reflexe einmal den Randkantenwinkel 137° 52½′, während $\frac{1}{7}P$ 140° 30′ und $\frac{1}{6}P$ 134° 32′ 42″ erfordert. Hierfür berechnet sich das Symbol $\frac{2}{13}P$ (vicinal zu $\frac{1}{6}P$ und $\frac{1}{7}P$ in der Reihe: $\frac{2}{12}P$, $\frac{2}{13}P$, $\frac{2}{14}P$), welches den Randkantenwinkel 137° 43′ 18″ verlangt. Für eine andere derartige Fläche ergab sich der Neigungswinkel zu P aus dem hellsten Reflex bei ziemlich guter Messung zu 47° 22½′, während derselbe für $\frac{2}{13}P$ sich berechnet zu 47° 9′ 49″.

Endlich erscheinen noch schmale Flächen, nahe an $2P$, bei folgenden Ablesungen:

1 { a . . . 216° 14′ / b . . . 215 35 } zwei fast gleiche helle, zieml. unvollkomm. Reflexe.

∞P . . . 203° 22½′ (berechnet aus anderen Ablesungen).

2 { b . . . 191° 11½′ Hauptreflex, / a . . . 190 17½ fast gleich heller Nebenreflex.

Hieraus folgt:

∞P : 1a = 12° 51¾′;	betreffende Randkante		25° 43½′
- : 1b = 12 12¾	-	-	24 25½
- : 2b = 12 10¾	-	-	24 21½
- : 2a = 13 4¾	-	-	26 9½

1a könnte man zurückführen auf $\frac{40}{23}P$, welche erfordert (Randkante) 25° 46′ 24″ (nähert sich auch sehr $\frac{7}{4}P$ mit dem Randkantenwinkel 25° 37′ 8″, s. Kr. III); 2a kommt sehr nahe $\frac{12}{7}P$ (ber. 26° 8′ 4″); 1b und 2b stehen der vicinalen Form $\frac{42}{23}P$ nahe, welche erfordert 24° 35′ 4″. Für $2P$ berechnet sich die Randkante zu 22° 30′ 14″.

In der Zone der Deuteropyramiden treten auf $\infty P\infty$, $P\infty$ und (recht schmal) $7P\infty$. Ich maass $\infty P\infty : 7P\infty$ = 4° 25′ (ber. 4° 35′ 45″), $\infty P\infty : P\infty$ = 29° 27½′. Endlich erscheint eine ditetragonale Pyramide mit glänzenden Flächen; die Messungen führen auf das Symbol $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$; ich fand die Neigung zu $\infty P\infty$ = 32° 38½′ (ber. 32° 39′ 10″) und den Randkantenwinkel = 21° 48′ (ber. 21° 50′ 54″).

Kr. V. Dieser Krystall zeigt die Formen: ∞P, $2P$, P, $\frac{1}{2}P$, sowie vicinale Flächen zu $\frac{1}{5}P$ und zu $\frac{1}{7}P$. Gute Flächen, welche recht eben sind und höchstens eine sehr schwache horizontale Streifung zeigen, dabei auch einfache oder fast ganz einfache Reflexe liefern, sind namentlich diejenigen von ∞P und P, auch zwei Flächen von $2P$, während zwei andere dieser Form mehrere Reflexe geben.

Ich fand z. B. bei guten einfachen Reflexen:

$\infty P : 2P$	$= 11^0 17\frac{3}{4}'$	ber. $11^0 15'$
- $: 2P'$	$= 11\ \ 17\frac{1}{4}$	
- $: P$	$= 21\ \ 38\frac{1}{2}$	- $21\ \ 41\ \ 50''$
- $: P'$	$= 21\ \ \ 6$	
$2P : 2P'$	$= 22\ \ 35$	- $22\ \ 30$

sowie bei im Ganzen weniger guten Reflexen:

$\infty P : 2P$	$= 11^0 12\frac{3}{4}'$ (Hauptrefl.)	$\infty P : P'$	$= 21^0 43\frac{1}{2}'$	
- $: 2P'$	$= 11\ \ 26$ (-)	$2P : 2P'$	$= 22\ \ 38\frac{3}{4}$	
- $: P$	$= 21\ \ 45$ (ca.)	$P : P'$	$= 43\ \ 28\frac{1}{2}$	(ber. $43^0 23' 40''$)

$$\infty P : \frac{1}{2}P = 38^0 30' \text{ (ber. } 38^0 30' 44''\text{)}.$$

Während also die übrigen Flächen sämmtlich gute Uebereinstimmung mit der Rechnung ergeben, gilt dies nicht für e i n e Fläche P, deren Neigung zu $\infty P = 21^0 6'$ zum Randkantenwinkel $42^0 12'$ führt. Dieser würde annähernd auf das Symbol der zu P vicinalen Form $\frac{39}{38}P$ führen, welche für die Randkante erfordert $42^0 22' 54''$ und für die Neigung zu ∞P $21^0 11' 27''$. Vielleicht dient dieser Annahme zur Stütze, dass bei Kr. IV eine zu P vicinale Fläche $\frac{20}{19}P = \frac{40}{38}P$ beobachtet wurde, so dass wir die Reihe erhielten $\frac{38}{38}P$ ($= P$), $\frac{39}{38}P$, $\frac{40}{38}P$ .... Bei Kr. VI (s. unten) wurde zudem eine vicinale Fläche gemessen, welcher sehr nahe das Symbol $\frac{41}{38}P$ zukommt.

Die auf $2P$ neben den Hauptreflexen erscheinenden Nebenreflexe stehen von jenen ab um $9\frac{1}{4}'$, $11\frac{1}{4}'$, $18\frac{1}{4}'$; es ist nach diesen relativ geringen Differenzen nicht angezeigt, für dieselben ein besonderes Symbol zu berechnen. Es bleiben noch die an $\frac{1}{5}P$ und $\frac{1}{7}P$ angenäherten Flächen, welche stark gestreift, auch wohl uneben und gewölbt sind. Die an $\frac{1}{7}P$ sich anlehnenden Flächen gaben sehr zahlreiche Reflexe, von denen wohl keiner sich besonders auszeichnete, so dass eine zuverlässige Einstellung nicht möglich war. Nur einmal konnte auf einen hellsten Reflex eingestellt werden, wobei ich die Neigung zu $\infty P = 69^0 8'$ fand. Hieraus folgt die Randkante $138^0 16'$, während $\frac{1}{7}P$ erfordert $140^0 30'$. Man könnte die Fläche auf die zu $\frac{1}{7}P = \frac{5}{35}P$ vicinale Pyramide $\frac{5}{33}P$ beziehen, welche erfordert: Randkante $138^0 18' 24''$, Neigung zu $\infty P = 69^0 9' 12''$, was recht gut stimmt.

Zwei an $\frac{1}{5}P$ angenäherte Flächen gaben neben anderen drei bis sechs ziemlich gut einstellbare Reflexe und zwar folgende Neigungen zu ∞P:

I.		II.			
61° 30½′	Hauptreflexe	60° 49½′		61° 55′	fast gut
61 53½	Hauptreflexe	61 40½		63 1	Hauptrefl.
62 38		61 47½	Hauptrefl.	63 26½	

$\frac{1}{5}P$ erfordert als Neigung zu ∞P: 63° 18′ 49″.

Will man für diese, nach der Grösse zu ordnenden Winkel entsprechende Symbole berechnen, so würde man 60° 49½′ beziehen können auf $\frac{2}{9}P$, welches erfordert 60° 49′ 0″, ferner 61° 30½′ auf $\frac{8}{37}P$, welches verlangt 61° 28′ 49″. Das Mittel aus 61° 47½′, 61° 53½′ und 61° 55′ = 61° 52′ lässt sich beziehen auf $\frac{10}{47}P$, was verlangt 61° 51′ 54″; 62° 38′ auf $\frac{20}{97}P$, welches erfordert 62° 36′ 25″. Die Werthe 63° 1′ und 63° 26½′ geben im Mittel 63° 13′ 45″, was ziemlich nahe dem von $\frac{1}{5}P$ geforderten 63° 18′ 49″ kommt.

Will man den obigen complicirten Symbolen einigen Werth zugestehen, so würde man folgende Reihe aufstellen können:

$$\frac{2}{9}P = \frac{6}{27}P, \quad \frac{8}{37}P, \quad \frac{10}{47}P, \quad \ldots \frac{20}{97}P,$$

wobei die Zähler der folgenden Glieder, verglichen mit dem Anfangsgliede, stets um $2n$, die Nenner um $10n$ wachsen. Zieht man $\frac{1}{5}P$ mit hinzu, so könnte man (mit Ausnahme von $\frac{8}{37}P$) schreiben:

$$\frac{20}{90}P, \quad \frac{20}{94}P, \quad \frac{20}{97}P, \quad \frac{20}{100}P \left(\frac{1}{5}P\right).$$

Schliesslich beobachtete ich noch $\infty P\infty$, $P\infty$ und eine ditetragonale Pyramide mit unvollkommenen und meist sehr kleinen Flächen. Die nur ungefähren Messungen führten auf das Symbol $\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$.

Kr. VI. Dieser Krystall, von derselben Stufe wie der vorhergehende stammend, zeigt die Formen ∞P, P, $2P$ (resp. vicinale Flächen zu $2P$), $\frac{1}{2}P$, sowie vicinale zu $\frac{1}{5}P$ und $\frac{1}{7}P$. Die meisten Flächen geben mehrfache Reflexe, doch konnte nach dem einfachen Reflex von ∞P orientirt werden. Ich fand so $\infty P : P$ = 21° 37½′ und 21° 42½′ (im letzteren Falle wurde aus zwei fast gleich hellen Reflexen auf P, welche um 10′ differirten, das Mittel genommen), während gefordert wird 21° 41′ 50″. Zu letzterer Fläche P ist eine deutliche vicinale Fläche vorhanden, welche zu P unter 1° 31′ geneigt ist und, wie schon bei Kr. V erwähnt wurde, als $\frac{11}{35}P$ aufgefasst werden kann, welche Form für diese Neigung 1° 27′ 16″ und für die Neigung zu ∞P 20° 14′ 34″ verlangt. $\frac{1}{2}P$ wurde mit einer Fläche beobachtet; ich maass $\frac{1}{2}P : \infty P$ = 38° 27½′ (ber. 38° 30′ 44″).

Eine zu $2P$ vicinale Fläche, bei welcher die eigentliche Fläche $2P$ fehlt, bildet mit ∞P den Winkel 12° 52½′; sie kann bezogen werden auf $\frac{10}{23}P$, welche erfordert 12° 53′ 12″ (vergl. Kr. IV). Eine zweite Fläche lieferte vier Reflexe, welche als Neigung zu ∞P ergaben: 12° 3½′, 11° 43½′, 11° 30′, 11° 11′. Hiervon kommt nur der letzte Werth, welcher (ebenso wie der zweite) aus einem sehr schwachen Reflexe abgeleitet ist, dem von

$2P$ geforderten 11° 15′ 7″ nahe; der beste Reflex ergab 11° 30′, der nächstbessere 12° 3½′. Der Winkel 11° 43½′ entspricht dem Symbol $\frac{21}{11}P = \frac{42}{22}P$, welches erfordert 11° 46′ 23″. Für 12° 3½′ berechnet sich $\frac{41}{22}P$, welches verlangt 12° 3′ 7″; für 11° 30′ endlich $\frac{43}{22}P$ (berechnet 11° 30′ 24″). Die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung ist eine auffallend gute. Stellt man die erhaltenen Symbole zusammen, so erhält man folgende Reihe:

$$\frac{40}{23}P, \quad -\frac{41}{22}P, \quad \frac{42}{22}P\left(=\frac{21}{11}P\right), \quad \frac{43}{22}P, \quad \frac{44}{22}P\,(=2P).$$

Eine zu $\frac{1}{5}P$ vicinale Fläche giebt drei Reflexe, welche mit ∞P die Winkel bilden: 64° 25½′, 63° 55′ und (ca.) 62° 28½′. Hierfür lassen sich folgende Symbole berechnen, welche mit dem eingeschalteten, in Wirklichkeit nicht vorhandenen, $\frac{1}{5}P = \frac{8}{40}P$ die Reihe bilden:

$\frac{4}{21}P = \frac{8}{42}P$,	berechnet:	64° 25′ 8″
$\frac{8}{41}P$	-	63 52 38
$\frac{1}{5}P = \frac{8}{40}P$	-	63 18 49
$\frac{20}{97}P$	-	62 36 25

Vergleicht man die Symbole mit den für die entsprechenden Reflexe bei Kr. V berechneten, so findet man nur $\frac{20}{97}P$ wieder. Andererseits traten dort $\frac{2}{9}P = \frac{8}{36}P$ und $\frac{8}{37}P$ auf, so dass diese Reihe mit dem Zähler 8 nun vervollständigt wird zu:

$$\frac{8}{36}P\left(\frac{2}{9}P\right), \quad \frac{8}{37}P, \quad \ldots \frac{8}{40}P\left(\frac{1}{5}P\right), \quad \frac{8}{41}P, \quad \frac{8}{42}P\left(\frac{4}{21}P\right).$$

Schliesslich sind noch zwei zu $\frac{1}{7}P$ vicinale Flächen zu erwähnen, welche viele, nicht einzeln einstellbare Reflexe und je einen gut resp. weniger gut einstellbaren einzelnen Reflex geben. Der bessere bildet mit ∞P 69° 26½′, der andere 69° 46′. Diese beiden Reflexe sind die äussersten der Reihe, sie entsprechen also den stumpfsten vorhandenen Protopyramiden; sie führen auf die Symbole $\frac{10}{67}P$ und $\frac{10}{68}P$, welche verlangen 69° 26′ 18″ und 69° 42′ 57″. An Kr. IV fand ich $\frac{10}{65}P\left(=\frac{2}{13}P\right)$, an Kr. V $\frac{10}{66}P\left(=\frac{5}{33}P\right)$. Ausser den genannten Formen erscheinen noch, wie bei Kr. V, $\infty P\infty$, $P\infty$ und mit einzelnen Flächen $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$.

Kr. VII. An diesem Krystalle, welcher zwar klein, aber im Ganzen sehr gut ausgebildet war, beobachtete ich $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{3}P$, $\frac{1}{2}P$, P, $2P$, sowie vicinale Flächen zu P und $2P$. Gute oder fast gute einfache Reflexe gaben einzelne Flächen von $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{3}P$, $\frac{1}{2}P$ und P. Andere Flächen derselben Formen gaben ziemlich gute Reflexe, wohl mit äusserst schwachen Nebenreflexen, nur eine Fläche von $\frac{1}{7}P$ lieferte neben dem Hauptreflexe zahlreiche Nebenreflexe; die betreffende Fläche war gestreift und gewölbt. Einen ziemlich guten Reflex gab auch eine einzelne Fläche von $2P$. Ich fand z. B. folgende Winkel:

$\frac{1}{7}P : \frac{1}{3}P =$	$20^{0}15', 20\frac{1}{2}'$,	berechnet	$20^{0}12'16''$
$\frac{1}{3}P : \frac{1}{2}P =$	$11\ 33\frac{1}{2}$	-	$11\ 32\ 0$
$\frac{1}{2}P : P =$	$16\ 47\frac{3}{4}$	-	$16\ 48\ 54$
$P : 2P =$	$10\ 25\frac{3}{4}$	-	$10\ 26\ 43$
$P : P =$	$43\ 23\frac{3}{4}$	-	$43\ 23\ 40$
$\frac{1}{2}P : \frac{1}{2}P =$	$76\ 57\frac{1}{2}$	-	$77\ 1\ 28$
$\frac{1}{3}P : \frac{1}{3}P =$	$100\ 8$	-	$100\ 5\ 28$

Wie bemerkt, finden sich vicinale Flächen zu P und $2P$. Zunächst kommt eine solche vor, welche zwischen P und $2P$ mit ersterem einen Winkel von $0^{0}55'$ bildet, also wohl als $\frac{20}{19}P$ zu bezeichnen ist, welche Form schon bei Kr. IV beobachtet wurde und $0^{0}59'27''$ erfordert. Dann schliesst sich ein vicinaler Reflex an $2P$ an, ein anderes Mal kommt ein solcher ohne $2P$ vor. Berechnet man aus $\frac{1}{3}P : \frac{1}{3}P$ (s. oben) die Lage von ∞P, so findet man für die, von diesen vicinalen Flächen mit ∞P gebildeten Winkel $13^{0}7'$ und $13^{0}9'$. Damit stimmt gut die schon bei Kr. IV gefundene Form $\frac{12}{7}P$, deren Neigung zu ∞P sich zu $13^{0}4'2''$ berechnet. Endlich ist noch eine einzelne Fläche vorhanden, welche schlecht entwickelt ist und zahlreiche Reflexe giebt, von denen der hellste mit ∞P ungefähr den Winkel $66^{0}57'$ bildet, während $\frac{1}{6}P$ verlangt $67^{0}16'21''$. Sie ist demnach wohl auch als $\frac{1}{6}P$ aufzufassen; die relativ schlechte Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ist auf die unvollkommene Entwickelung der Fläche zurückzuführen. Ausserhalb der Protopyramidenzone liegen $\infty P\infty$, $P\infty$ und $\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$ (gemessen: Randkante $= 21^{0}48\frac{1}{2}'$, Neigung zu $\infty P\infty = 32^{0}37'$).

Kr. VIII. An diesem kleinen Krystalle, welches von Lencoës, Bahia (Brasilien) stammt, beobachtete ich $0P$, $\frac{1}{7}P\infty$ und eine zu $\frac{1}{2}P$ vicinale Protopyramide. Sehr gute Messungsresultate lieferte die stark entwickelte Pyramide $\frac{1}{7}P\infty$; ich fand die Randkante derselben $= 151^{0}30\frac{3}{4}'$ und $151^{0}31'$, während die Rechnung erfordert $151^{0}30'36''$. Die Flächen der Basis sind klein, die Protopyramidenflächen im Allgemeinen von wenig guter Beschaffenheit, weshalb auf die genauere Bestimmung resp. die Analyse der Reflexe verzichtet wurde.

Kr. IX. Durch die Güte des Herrn Prof. Groth war es mir möglich, noch eine Anzahl, zum Theil sehr gut ausgebildeter Krystalle von Minas Geraës (Brasilien) zu untersuchen. Dieselben sind meist nach der Basis tafelförmig, wobei diese Fläche zart getäfelt, auch nach den Combinationskanten mit (nächst $0P$ vorherrschendem) P fein gestreift ist. Die Tafeln sind durchsichtig bis durchscheinend und erscheinen im durchfallenden Lichte stellenweise braungelb, stellenweise schön blau gefärbt. Zuweilen herrscht die eine, zuweilen die andere Farbe vor. Man bemerkt auch, dass die blaue Farbe von den Seiten der Tafeln, resp. den Flächen P aus gleichsam in die Krystallmasse eindringt, während sich gelbe Streifen nach den Ecken der

Tafeln hinziehen. Nur **ein** Krystall ist pyramidal nach P, stellenweise blau oder gelblich durchscheinend, sonst schwarz und undurchsichtig, **mit** stark glänzenden Flächen. Die Basis ist daran klein und vollkommen eben.

An diesen Krystallen beobachtete ich ausser $0P$ und P von Protopyramiden noch $\frac{1}{7}P$, an dem pyramidalen Krystalle mit prachtvoll glänzenden Flächen, ferner an einem Krystalle eine sehr schmale Fläche von $\frac{1}{6}P$ ($\frac{1}{6}P : P$ gem. $41^0 41'$, ber. $41^0 36' 59''$). In der Zone der Deuteropyramiden, deren Flächen, namentlich diejenigen von $P\infty$, gut spiegeln, tritt ausser der genannten Form nach $3P\infty$ auf ($3P\infty : 3P\infty$ gem. $21^0 12'$, ber. $21^0 14' 48''$); einmal konnte ich auch eine schmale Fläche von $\frac{5}{19}P\infty$ messen, ich fand $3P\infty : \frac{5}{19}P\infty = 54^0 21'$ (ber. $54^0 18' 46''$). Diese Deuteropyramide steht in engster Beziehung zu der an diesen Krystallen allgemein auftretenden ditetragonalen Pyramide $\frac{5}{19}P5$. Letztere erscheint oft, so insbesondere auch an dem pyramidalen Krystalle, mit vorzüglich spiegelnden, sehr genaue Messungen ermöglichenden Flächen. Ich maass folgende Winkel:

$P : \frac{5}{19}P5$	$= 48^0 10\frac{1}{2}'$,	ber.	$48^0 12' \; 9''$
$\frac{5}{19}P5 : \frac{5}{19}P5$ (Kante X)	$= \;\; 9 \;\; 45\frac{1}{2}$	-	$9 \;\; 41 \;\; 8$
$\frac{5}{19}P5 : P\infty$	$= 35 \;\; 50\frac{1}{2}$	-	$35 \;\; 51 \;\; 16$

$\frac{5}{19}P\infty$ erscheint als schmale Abstumpfung der zwischen zwei Flächen der ditetragonalen Pyramide liegenden Kante $P\infty : 0P$ und ist fein vertical, d. i. nach der Combinationskante mit $\frac{5}{19}P5$, gestreift. Sie ist offenbar durch die Flächen dieser Pyramide inducirt. Groth beobachtete diese Form an einem Krystalle aus dem Tavetsch, welcher vorherrschend P, sowie kleine Flächen von $\frac{1}{7}P$, $0P$, $P\infty$ und $\frac{5}{19}P5$ zeigte, als Polkantenabstumpfung der ditetragonalen Pyramide, also unter ganz gleichen Verhältnissen (Mineraliensamml. der Univers. Strassburg, 1878, S. 109).

§ 6. An den vorstehend besprochenen Krystallen wurden also folgende Formen beobachtet:

I. $0P$, $\frac{1}{9}P$, $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{3}P$, $\frac{1}{2}P$, P, $3P$, ∞P, $-P\infty$, mPn.

II. $\frac{1}{3}P$, $\frac{3}{5}P$, P, $2P$, ∞P, $-P\infty$, $\infty P\infty$, $P3$.

III. $\frac{1}{3}P$, $\frac{3}{5}P$, (P), $2P$, ∞P, $-P\infty$, $\infty P\infty$, $P3$.

IV. $\frac{1}{3}P$, $\frac{3}{5}P$, P, $\frac{1}{4}P$ bis $\frac{1}{5}P$, $-\frac{20}{19}P$ vicinal zu P, $\frac{2}{13}P$ vicinal zu $\frac{1}{6}P$ und $\frac{1}{7}P$, $-\frac{10}{23}P$, $\frac{42}{23}P$, $\frac{12}{7}P$ vicinal zu $2P$, $-P\infty$, $7P\infty$, $\infty P\infty$, $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$.

V. $\frac{1}{5}P$, $\frac{1}{2}P$, P, $2P$, ∞P, $-\frac{5}{33}P$ vicinal zu $\frac{1}{7}P$, $-\frac{2}{9}P$, $\frac{8}{37}P$, $\frac{10}{47}P$, $\frac{20}{97}P$ vicinal zu $\frac{1}{5}P$, $\frac{39}{38}P$ vicinal zu P, $-P\infty$, $\infty P\infty$, $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$.

VI. $\frac{1}{2}P$, P, $2P$, ∞P, $-\frac{10}{67}P$, $\frac{10}{68}P$ vicinal zu $\frac{1}{7}P$, $-\frac{4}{21}P$, $\frac{8}{41}P$, $\frac{20}{97}P$ vicinal zu $\frac{1}{5}P$, $\frac{41}{38}P$ vicinal zu P, $-\frac{40}{23}P$, $\frac{41}{22}P$, $\frac{21}{11}P$, $\frac{43}{22}P$ vicinal zu $2P$, $-P\infty$, $\infty P\infty$, $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$.

VII. $\frac{1}{7}P$, $(\frac{1}{6}P)$, $\frac{1}{3}P$, $\frac{1}{2}P$, P, $2P$, $-\frac{20}{19}P$ vicinal zu P, $\frac{12}{7}P$ vicinal zu $2P$, $-P\infty$, $\infty P\infty$, $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$.

VIII. $\frac{1}{4}P$ resp. vicinale dazu, $0P$, $-\frac{1}{7}P\infty$.

IX. $0P$, P, $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{5}P$, $-P\infty$, $3P\infty$, $\frac{5}{19}P\infty$, $\frac{5}{19}P5$.

Wie man sieht, wurden in der Reihenfolge von Fig. 4 in der Protopyramidenzone beobachtet: $0P$, P, $\frac{1}{3}P$, ∞P, $\frac{1}{5}P$, $\frac{1}{2}P$, $\frac{1}{7}P$, $3P$, $\frac{3}{5}P$, $\frac{1}{9}P$, $\frac{1}{4}P$ resp. vicinale Form, $2P$, ... $\frac{1}{6}P$, also von den dort aufgeführten zwölf ersten Formen alle, von den aufgeführten 16 (resp. 15) ersten Formen 13, gewiss ein Beweis dafür, dass jene Figur resp. Reihenfolge ein zutreffendes Bild der am Anatas zunächst zu erwartenden Gestalten, entsprechend ihrer relativ grösseren Netzdichtigkeit, giebt. Die nach unserer Annahme über die Krystallstructur des Anatas zuerst zu erwartenden Flächen treten in der That häufig auf. Wenn auch die vorstehenden Beobachtungen resp. Messungen nur eine relativ geringe Zahl von Krystallen umfassen, so werden sie doch, soweit meine Kenntniss der betreffenden Angaben in der mineralogischen Litteratur reicht, durch dieselben nur bestätigt. Zudem zeichnen sich P, $\frac{1}{3}P$ und ∞P, in Uebereinstimmung mit ihrer grossen Netzdichtigkeit, durch gute Ausbildung ihrer Flächen aus, sie geben häufig besonders gute Messungsresultate. Ueber $0P$ und andere Formen besitze ich in dieser Hinsicht weniger Erfahrung, doch glaube ich, dass auch hier für jene Annahme eher eine Bestätigung, als ein Widerspruch zu erwarten sein wird. Dass P und $0P$ (auch wohl $\frac{1}{3}P$) an den Krystallen aus dem Maderaner Thal, dem Tavetsch, von Bourg d'Oisans und von Brasilien (siehe oben IX) die meist vorherrschenden Formen bilden, ist bekannt. Die von mir beobachteten vicinalen Flächen schliessen sich an die häufigen $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{5}P$, $\frac{1}{2}P$, P, $2P$ an, zeigen also durch ihr Vorhandensein das Bestreben der Krystallsubstanz, diese letzteren Formen zur Erscheinung zu bringen.

Andererseits haben nun die in Fig. 4 eingetragenen Formen, welchen sämmtlich einfache oder verhältnissmässig einfache Symbole zukommen, um so weniger Aussicht am Anatas zu erscheinen, je geringer ihre Netzdichtigkeit ist. Mit $\frac{2}{3}P$ beginnt die Reihe solcher Formen, welche überhaupt noch nicht am Anatas beobachtet wurden. Diese Reihe wird zunächst noch unterbrochen durch $\frac{1}{6}P$ und $\frac{3}{5}P$, auf welche die nicht beobachteten $\frac{5}{7}P$ und $\frac{3}{2}P$ folgen; dann wechseln ab $\frac{1}{8}P$ (beobachtet) und $\frac{3}{4}P$ (nicht beob.), $\frac{3}{7}P$ (beob.) und $7P$ (nicht beob.), zuletzt kommt $\frac{1}{10}P$ (beob.), von da ab finden wir nur noch solche Protopyramiden, welche bis jetzt am Anatas noch nicht gefunden wurden. Solche sind: $\frac{4}{3}P$, $\frac{4}{5}P$, $\frac{4}{7}P$, $\frac{5}{2}P$, $\frac{5}{4}P$, $\frac{5}{6}P$, $\frac{6}{7}P$. Dass die Figur (der Einfachheit und Uebersichtlichkeit halber) nur eine beschränkte, wenn auch reichliche, Zahl von Formen der Zone aufweist, thut der Gesetzmässigkeit keinen Eintrag; die Regel ist unverkennbar. Man kann auch nicht einwenden, dass es nur Gestalten mit verhältnissmässig complicirtem Symbol seien, welche selten sind oder ganz fehlen; es ist ja z. B. $\frac{1}{9}P$ häufiger als $\frac{1}{8}P$, $\frac{1}{7}P$ häufiger als $\frac{1}{4}P$, $\frac{1}{3}P$ häufiger als $\frac{1}{2}P$, $\frac{3}{5}P$ häufiger als $\frac{2}{3}P$ u. s. w., es fehlen z. B. $\frac{3}{2}P$, $\frac{3}{4}P$, $\frac{4}{3}P$. Alles dies folgt aus

der Grundannahme. Einzelne Formen mit complicirtem Symbol, welchen eine geringe Netzdichtigkeit zukommt, werden trotzdem nicht selten aufgeführt, so z. B. $\frac{5}{19}P$ und $\frac{15}{8}P$. Dieselben sind wohl nur als vicinale Flächen anzusehen, welche dem Streben der Substanz, naheliegende Formen mit einfacherem Symbol auszubilden, ihre Existenz verdanken. So ist $\frac{5}{19}P$ vielleicht nur eine Vorstufe zu $\frac{1}{4}P$, $\frac{15}{8}P$ eine solche zu $2P$. In dieser Ansicht werde ich bestärkt durch folgende Bemerkung C. Klein's*) in dessen bekannter Anatasarbeit: »von $\frac{5}{19}P$ und $\frac{15}{8}P$ sind vorstehend keine Winkel aufgeführt; ich habe diese Gestalten zwar auch wiederholt mit sehr schwankenden Winkelwerthen beobachtet, dieselben jedoch nicht weiter berücksichtigen zu sollen geglaubt, da die echten Formen $\frac{1}{4}P$ und $2P$ völlig sicher constatirt werden konnten«. An einer anderen Stelle dieser Abhandlung heist es: »$\frac{15}{8}P$ und $\frac{5}{19}P$ sind gewölbt«.

Die Krystalle des Anatas werden nun im Allgemeinen von den Protopyramiden beherrscht. Wenn auch zuweilen das Deuteroprisma stark entwickelt ist, so kann man doch die Protopyramiden als leitende Formen bezeichnen, sowohl ihrer grossen Zahl nach als auch insofern niemals Krystalle ohne eine solche vorkommen, wohl aber häufig P oder P und $0P$ die allein daran auftretenden Formen sind. Es wird zu erwarten sein, dass das Auftreten anderer Gestalten (namentlich von Deuteropyramiden und ditetragonalen Pyramiden) sich nach der Art der vorherrschend entwickelten oder doch besonders häufig erscheinenden Protopyramiden richten wird. Ich möchte neben den Protopyramiden als leitenden Formen die übrigen Gestalten im Allgemeinen mehr als durch jene inducirte betrachten. Welche derartige Formen vorwiegend ausgebildet werden, dies wird erst in zweiter Linie von ihrer Netzdichtigkeit abhängen. Dies dürfte auch die Erscheinung erklären, dass die Deuteropyramiden des Anatas meist Naumann'sche Symbole mit ungeradem p und q (vergl. § 3) besitzen, obgleich dies für sie nicht mehr, wie für die Protopyramiden, eine Bedingung relativ grösserer Netzdichtigkeit ist.

Von den überhaupt beobachteten zehn Deuteropyramiden — (ich selbst fand $P\infty$, $3P\infty$, $\frac{1}{7}P\infty$, $7P\infty$, $\frac{5}{19}P\infty$) — schliessen sich sechs an Protopyramiden grosser Netzdichtigkeit an und besitzen meist auch selbst eine verhältnissmässig grosse Netzdichtigkeit. Es sind: $P\infty$, welche am häufigsten auftritt und die grösste Dichtigkeit hat, $\frac{1}{3}P\infty$, $\frac{1}{5}P\infty$, $\frac{1}{7}P\infty$, $3P\infty$, $2P\infty$. Während $7P$ von geringer Netzdichtigkeit noch nicht beobachtet wurde, wird $7P\infty$ nicht gerade selten als schmale Fläche gefunden. $\frac{9}{2}P\infty$ und $\frac{13}{2}P\infty$ spielen vielleicht mehr die Rolle von vicinalen oder Prärosionsflächen; erstere schliesst sich an die freilich noch nicht beobachtete $5P\infty$, letztere an $7P\infty$ an. Ich fand an einem Binnenthaler Krystalle die Neigung

*) Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1875, S. 345 und 346.

einer Deuteropyramide, welche ganz den Eindruck einer Prärosionsfläche machte, zu $\infty P\infty$ gleich $4^0\,52\frac{1}{2}'$, während $\frac{13}{2}P\infty$ (λ nach Seligmann) $4^0\,56'\,52''$ fordert. Die entsprechende Fläche, welche an der anderen Seite derselben Prismenfläche lag, ergab jedoch diesen Winkel zu $4^0\,6'$; sie gehört also nicht $\frac{13}{2}P\infty$ an, nicht einmal $7P\infty$, welche erfordert $4^0\,35'\,45''$. Nimmt man hingegen das Mittel aus $4^0\,52\frac{1}{2}'$ und $4^0\,6'$, so erhält man $4^0\,29\frac{1}{4}'$, was $7P\infty$ sehr nahe kommt. Ich halte die in Rede stehenden von mir beobachteten kleinen Flächen nicht für ursprünglich angelegte Krystallflächen. Dass die von Groth und mir beobachtete Pyramide $\frac{5}{19}P\infty$ in engster Beziehung zur ditetragonalen Pyramide $\frac{5}{19}P5$ steht, ja geradezu durch dieselbe bedingt ist, wurde schon bemerkt.

Die Zahl der ditetragonalen Pyramiden ist eine grosse; es werden deren 16 angegeben, indess sind einzelne, wie $\frac{3}{4}P\frac{9}{4}$, $\frac{1}{4}P\frac{5}{3}$, $\frac{5}{6}P\frac{5}{2}$ noch unsicher. Sechs dieser Formen schliessen sich an Protopyramiden von grosser oder ziemlich grosser Netzdichtigkeit an: $P3$, $\frac{1}{3}P3$, $\frac{1}{4}P\frac{11}{3}$, $\frac{1}{4}P5$, $\frac{1}{3}P2$, $\frac{5}{3}P5$; an $7P\infty$ schliesst sich an $7P21$. Die grösste Netzdichtigkeit besitzen davon $P3$, $\frac{5}{3}P5$ und $\frac{1}{3}P3$ (s. die Zusammenstellung in § 3). Die Form $\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$ erscheint an den Binnenthaler Krystallen verhältnissmässig häufig, ihre Netzdichtigkeit ist noch relativ gross. Es bleiben noch fünf Formen mit complicirtem Symbol: $\frac{5}{19}P5$, $\frac{3}{13}P3$, $\frac{13}{2}P\frac{39}{4}$, $\frac{17}{2}P\frac{17}{3}$, $\frac{11}{4}P11$. Die erste dieser Formen wurde von mir an brasilianischen Krystallen in vortrefflicher Ausbildung beobachtet. Sie ist durch zahlreiche Zonenverbände als im Wesen des Anatassystems begründet charakterisirt. Zudem ist ihre Netzdichtigkeit verhältnissmässig gross, noch ein wenig grösser als die von $\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$; $\frac{5}{19}P5$ ist also nicht, wie man früher wohl glaubte, nur als eine Vorstufe von $\frac{1}{4}P5$, deren Netzdichtigkeit noch kleiner ist, zu betrachten. Seligmann*) ist der Ansicht, dass auch $\frac{3}{13}P3$, $\frac{13}{2}P\frac{39}{4}$ und $\frac{17}{2}P\frac{17}{3}$ nicht als vicinale, sondern als normale Formen aufzufassen seien, ja dass der Anatas hinsichtlich der ganzen Reihe der achtseitigen Pyramiden durch Gestalten mit complicirteren Zeichen charakterisirt werde. $\frac{3}{13}P3$ besitzt noch eine relativ grosse, die beiden anderen Formen hingegen eine kleine resp. sehr geringe Netzdichtigkeit. Immerhin sind diese letzteren Formen nur selten, resp. vereinzelt aufgefunden worden, dazu stets sehr untergeordnet; die Theorie schliesst die Existenz derartiger Flächen mit geringer Netzdichtigkeit in keiner Weise aus, weist jedoch darauf hin, dass das Auftreten derselben im Allgemeinen ein seltenes sein wird.

§ 7. Gemäss unserer Annahme besitzen die Formen $0P$ und P die grösste Netzdichtigkeit und damit — entsprechend der Eigenschaft eines einfachen Raumgitters, dass Dichtigkeit und Abstand der Netzebenen direct proportional sind — zugleich den grössten Abstand benachbarter Netzebenen. Hieraus folgt, dass nach ihren Flächen zuerst Spaltbarkeit zu

---

*) Diese Zeitschr. **11**, 339.

erwarten sein wird, und zwar, falls die Spaltbarkeit lediglich vom Abstande abhängen sollte, die deutlichste nach $0P$, die nächstdeutlichste nach P. Die beiderseitigen Abstände der benachbarten Netzebenen verhalten sich zu einander ungefähr wie 7 : 5. Es wurde jedoch schon oben (§ 1) darauf hingewiesen, dass ausser dem Abstande der Netzebenen und ausser der Dichtigkeit derselben auch noch andere Umstände von Einfluss auf die Spaltbarkeit seien. Jedenfalls ist beim Anatas eine solche zuerst nach $0P$ und P vorauszusehen; für den Grad derselben werden noch andere Factoren massgebend sein, welche näher zu bestimmen einstweilen nicht möglich ist.

Bekanntlich ist der Anatas nach $0P$ und P deutlich spaltbar. Tschermak (Lehrb. d. Min.) sagt: »spaltbar nach $p(111)$ und $c(001)$ vollkommen«, Naumannn-Zirkel (Elem. d. Min.): »spaltbar basisch und pyramidal nach P, beides vollkommen«, Quenstedt (Handb. d. Min.): »Oktaëder (Grundpyramide) deutlich blätterig, weniger deutlich die Geradenfläche«. Klein beobachtete die Spaltbarkeit verschiedener Typen Binnenthaler Krystalle und spricht sich darüber in seiner oben citirten Anatasarbeit folgendermassen aus: »1. Typus. Die Spaltung ist vollkommen nach P, gelingt indessen selten gleich gut nach $0P$; 2. Typus. Die Spaltung ist vollkommen nach P und $0P$; 3. Typus. Vollkommener Blätterbruch nach P und namentlich auch nach $0P$; 4. Typus. Die Spaltung ist nach P vollkommen, nach $0P$ etwas minder gut darstellbar.« Nach allen diesen Angaben ist es nicht möglich, das Verhältniss der Spaltbarkeit nach beiden Formen im Allgemeinen festzustellen; es scheint etwas schwankend zu sein.

§ 8. Von besonderer Bedeutung für die Frage nach der Krystallstructur sind die Aetzerscheinungen. Der in § 5 beschriebene Krystall I zeigt deutlich, dass er einer natürlichen Aetzung unterlag, und die Beobachtung der charakteristischen Erscheinungen, welche derselbe in Folge dessen darbietet, führte mich zuerst auf die dargelegte Ansicht über die Structur des Anatas. Im Anschlusse an diese Beobachtungen machte ich dann noch Aetzversuche an anderen Anataskrystallen aus dem Binnenthal, sowie an solchen von Brasilien. Was zunächst Krystall I betrifft, so sind die an demselben ziemlich stark entwickelten Flächen der Deuteropyramide $P\infty$ zuweilen sehr dicht mit Aetzfiguren (Aetzgrübchen) bedeckt, zuweilen allerdings auch viel weniger dicht, wie denn überhaupt der Krystall nicht gleichmässig der Aetzung ausgesetzt war. Diese Aetzfiguren sind stark nach der Kante $P\infty : 0P$ gestreckt und natürlich symmetrisch nach der dazu senkrechten Richtung innerhalb $P\infty$. Sie werden von vier bis sechs Flächen umschlossen, von denen jedoch keine der Zone der Deuteropyramiden angehört. Von den Umgrenzungslinien der Aetzfiguren geht also keine der Kante $P\infty : 0P$ parallel. Auf einer Fläche $P\infty$ erscheinen an einer einzelnen Stelle dichtgedrängte, ungewöhnlich grosse Aetzfiguren. Dieselben sind zwar nicht besonders gut ausgebildet, doch

kann leicht constatirt werden, dass zwei ihrer Flächen mit solchen der Pyramide $\frac{1}{3}P$ einspiegeln. Mit Aetzeindrücken mehr oder weniger bedeckt erscheinen die Flächen von $\frac{1}{2}P$, $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{9}P$ und $0P$, während davon frei sind diejenigen von $\frac{1}{3}P$ und P. Diese beiden spiegeln deshalb besonders gut und heben sich manchmal stark von den zwischen ihnen liegenden, mit Aetzfiguren besäeten Flächen $\frac{1}{2}P$ ab. Auf $0P$ bemerkt man einzelne Aetzgrübchen; die Flächen dieser Form sind jedoch sehr klein, weshalb es schwierig ist, sie mit anderen zu vergleichen. Bei der Beobachtung am Goniometer wurde gefunden, dass — soweit es das gleichzeitige Erglänzen der kleinen Flächen mit den Krystallflächen beurtheilen lässt — am meisten als Aetzflächen, d. i. als solche Flächen, welche an der Begrenzung der Aetzfiguren, auch auf $P\infty$, betheiligt sind und somit dem Aetzmittel den grössten Widerstand entgegensetzten, auftreten diejenigen von P und $0P$, ferner stark die von $\frac{1}{3}P$, endlich auch solche von ∞P, $\frac{1}{7}P$, $\frac{1}{2}P$ und wohl $3P$. P und $\frac{1}{3}P$ spielen für die Eindrücke auf $\frac{1}{2}P$ besonders die Rolle der Aetzflächen. Auch $\frac{1}{7}P$ und $0P$ treten auf anderen Flächen der Protopyramidenzone selbst als Aetzflächen auf, $\frac{1}{2}P$ hingegen, wie es scheint, in dieser Zone nicht. Sehr wenig scheint die Deuteropyramide $P\infty$ als Aetzfläche zu fungiren, doch nimmt sie an der Begrenzung der Aetzhügel auf den mit solchen bedeckten, deshalb ganz matten und unmessbaren Flächen einer achtseitigen Pyramide theil, welche wahrscheinlich als $\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$ zu betrachten ist. Aus dem Gesagten lässt sich mit Bestimmtheit folgern:

1. Hauptätzzone ist die Zone der Protopyramiden.
2. Innerhalb dieser Zone wurden P und $\frac{1}{3}P$ (vielleicht auch $0P$) am wenigsten vom Aetzmittel angegriffen, während $\frac{1}{2}P$ stärker geätzt wurde. Dies entspricht der grossen Netzdichtigkeit von P und $\frac{1}{3}P$.
3. Die Deuteropyramide $P\infty$ leistete dem Aetzmittel einen geringeren Widerstand als P, entsprechend ihrer kleineren Netzdichtigkeit.
4. Die Flächen von $\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$ (?), welche ganz mit Aetzhügeln bedeckt sind, setzten dem Aetzmittel einen besonders geringen Widerstand entgegen, was mit ihrer im Vergleiche mit den übrigen Flächen geringen Netzdichtigkeit übereinstimmt.

Hinsichtlich der Aetzeindrücke, wie sie hier auftreten, ist noch zu bemerken, dass dieselben, obgleich sie bei geeignet auffallendem Lichte lebhaft erglänzen, doch in der Regel wenig vollkommen ausgebildet erscheinen und oft auf derselben Fläche sehr verschieden gestaltet, wie verzerrt sind. Sie machen den Eindruck, als sei die Aetzung eine langandauernde gewesen. Die die Aetzgrübchen begrenzenden Flächen sind in vielen Fällen als solche wirklich vorhandener normaler Krystallformen, mit welchen sie zugleich spiegeln, nicht als bloss vicinale Flächen zu betrachten.

Schliesslich ist noch über die Ergebnisse der Aetzversuche zu berichten. Dieselben wurden angestellt an Krystallen derselben Stufe, von welcher

Krystall IV stammt. Die Krystalle wurden verschieden lange, jedoch stets nur ganz kurze Zeit der Einwirkung von geschmolzenem Aetzkali ausgesetzt. Es ist bei diesem sehr energisch wirkenden Aetzmittel nicht zu erwarten, dass das Resultat dem der sehr langsam verlaufenden natürlichen Aetzung allzu ähnlich sein werde; dennoch steht es demselben im Ganzen nahe. Die mikroskopische Betrachtung eines ungeätzten Krystalles derselben Stufe ergab, dass P, die dazu vicinale $\frac{20}{19}P$, sowie $\frac{1}{3}P$ glatt sind. Eine horizontale Streifung tragen die zu $2P$ vicinalen Flächen, ferner $\frac{3}{5}P$, die zwischen $\frac{1}{4}P$ und $\frac{1}{3}P$, sowie die zwischen $\frac{1}{6}P$ und $\frac{1}{7}P$ liegenden Flächen; im letzten Falle ist die Streifung wellenförmig. Glatt sind $P\infty$ und $7P\infty$, fast ganz glatt auch $\infty P\infty$ und $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$. Doch bemerkt man auf $\infty P\infty$ hier und da eigenthümliche, kleine rundliche Erhöhungen.

Der am wenigsten stark geätzte Krystall zeigt auf den Flächen sämmtlicher Protopyramiden Aetzeindrücke, welche in horizontaler Richtung, also parallel $P : \infty P$, gestreckt sind. Besonders stark gestreckt, linienförmig erscheinen sie auf $2P$ (resp. der dazu vicinalen), ziemlich stark auch auf der zu $\frac{1}{7}P$ vicinalen Fläche, welche jedoch nur vereinzelte Eindrücke aufweist. Kurzlinienförmig und sehr zart sind sie auf $\frac{1}{3}P$, ähnlich, doch noch kürzer auf $\frac{3}{5}P$; auf P besitzen die kleinen Aetzeindrücke die Gestalt von Rechtecken oder geraden Trapezen, welche ihre breiteste Basis der Kante $P : \frac{3}{5}P$ zuwenden. Alle diese Aetzfiguren werden also ganz vorwiegend von Flächen der Protopyramidenzone, nur untergeordnet von solchen anderer Zonen begrenzt. Dass unter den Protopyramiden besonders P die Rolle einer Aetzfläche spielt, wird dadurch wahrscheinlich, dass auf $P\infty$ viele linienförmige Eindrücke vorhanden sind, welche der Kante $P\infty : P$ parallel gehen. Daneben beobachtet man auf $P\infty$ wohl einzelne längere Furchen, welche annähernd parallel der Combinationskante von $P\infty$ mit $\frac{1}{3}P$ verlaufen. Auf $\infty P\infty$ und $7P\infty$ bemerkt man keine Aetzeindrücke; diese Flächen scheinen am wenigsten vom Aetzmittel angegriffen zu sein. Nach ihrem Verhalten bei stärkerer Aetzung (s. unten) bin ich jedoch geneigt anzunehmen, dass sie fast gleichmässig angegriffen wurden und so nach der schwächeren Aetzung fast glatt geblieben sind. Auf $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$ bemerkt man linienförmige Eindrücke oder Furchen, ähnlich denen auf $P\infty$, welche sich in ihrer Richtung der Kante $\frac{5}{2}P\frac{5}{3} : 2P$ nähern.

Ein zweiter Krystall war etwas stärker geätzt. In der Protopyramidenzone zeigte er im wesentlichen dieselben Erscheinungen wie der erste; die Flächen schienen auch nicht stärker angegriffen zu sein. Auffallend ist nur, dass hier $\frac{3}{5}P$ weniger zahlreiche und kleinere Eindrücke trägt als die benachbarten P und $\frac{1}{3}P$, doch ist diese Erscheinung nicht ganz constant. Eingreifender war die Aetzung in der Zone der Deuteropyramiden und auf $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$. Auf $P\infty$ sind die Aetzgrübchen meist so dicht gehäuft, dass die Fläche ganz rauh erscheint; dasselbe ist bei $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$ der Fall. Auf $\infty P\infty$ bemerkt

man nun zahlreiche Aetzeindrücke, welche unregelmässig strahlig gestaltet sind. Aehnlich ist $7P\infty$ angegriffen.

Bei einem dritten, noch länger geätzten Krystalle sind $P\infty$, $\infty P\infty$, $7P\infty$ und $\frac{5}{2}P\frac{5}{3}$ ganz rauh, während manche Flächen der Protopyramidenzone, wenngleich von vielen Aetzgrübchen bedeckt, noch ziemlich guten Glanz zeigen.

Durch vorsichtiges, ganz kurzes Aetzen eines nach $0P$ tafelförmigen Krystalles von Minas Geraës (§ 5, IX) mit geschmolzenem Aetzkali gelang es mir noch, auf der Basis zierliche, quadratisch gestaltete Aetzeindrücke zu erhalten. Dieselben entsprechen, wie vorauszusehen war, einer Protopyramide. Sie erscheinen im durchfallenden Lichte theils hell, theils dunkel, ebenso wie ich es an den auf der Basis des Apatit auftretenden Eindrücken beobachtete, sind also theils auf eine flachere, theils auf eine steilere Pyramide zurückzuführen. Ein zweiter Krystall, welcher länger als ein paar Secunden der Einwirkung des Aetzmittels ausgesetzt wurde, zeigt die Basis schon zu stark angegriffen, als dass noch gute Aetzfiguren darauf zu beobachten wären.

Die Ergebnisse der künstlichen Aetzung stimmen in den Punkten 1, 3 und 4 mit den an dem natürlich geätzten Krystalle gefundenen Thatsachen überein. Für eine genauere Beobachtung des ungleichen Widerstandes, welchen die einzelnen Formen der Protopyramidenzone dem Aetzmittel entgegensetzen, ist jedoch die angewandte, sehr energische Art der Aetzung wenig geeignet. Es scheint, als ob die grössere Entfernung der in der Horizontalebene (resp. im basischen Hauptschnitte) gelegenen Krystallmolekeln in der Zone der Deuteropyramiden, verglichen mit dem geringeren Abstande in der Zone der Protopyramiden, von verhältnissmässig grösserem Einflusse auf die Widerstandsfähigkeit gegen das Aetzmittel sei, als es eine Zunahme des Abstandes der innerhalb der betreffenden Flächen in verticaler Richtung auf einander folgenden Molekelreihen ist. Im ersteren Falle scheint durch diese grössere Entfernung der Zusammenhang der Molekeln bedeutend loser zu werden, weshalb $P\infty$, $7P\infty$ (und $\infty P\infty$) bei den etwas länger geätzten Krystallen im Gegensatze zu den Protopyramiden stark corrodirt sind.

§ 9. Die im Vorstehenden mitgetheilten Beobachtungen geben der aufgestellten Ansicht über die Krystallstructur des Anatas wohl eine genügende Stütze. Dass nicht gleich alle einzelnen Erscheinungen durch diese Theorie ihre endgültige Erklärung finden, soll nicht in Abrede gestellt werden, indess wurde schon hervorgehoben, dass die Wirkungen der Atome im chemischen Molekül und die zwischen den einzelnen Krystallmolekeln herrschenden Kräfte noch unbekannt sind, demnach wohl die Ursache mancher bis jetzt noch nicht aufgeklärter Beziehungen sein können.

Es wird von Wichtigkeit sein, möglichst flächenreiche Krystalle

anderer Substanzen in ähnlicher Weise, wie es hier mit dem Anatas geschehen, zu untersuchen, um für dieselben die wahrscheinliche Krystallstructur zu ermitteln. Vermuthlich wird sich dann zeigen, dass manche Körper eine ähnliche einfache Anordnung der Krystallmolekeln besitzen, wie sie für den Anatas anzunehmen ist. Einen ähnlichen Bau wie die Anataskrystalle scheinen, wenngleich einem anderen Systeme angehörig, die rhombischen Schwefelkrystalle zu haben. Auffallend ist die Uebereinstimmung beider hinsichtlich der am häufigsten auftretenden Formen. Fast nie fehlen beim Schwefel P, $0P$ und $\frac{1}{3}P$, häufig sind ferner in der Zone der Protopyramiden ∞P, $\frac{1}{5}P$, $\frac{1}{2}P$, $\frac{1}{7}P$, $3P$, $2P$, seltener $\frac{1}{9}P$, $\frac{1}{4}P$, $\frac{3}{5}P$, $\frac{3}{7}P$, sehr selten $\frac{1}{8}P$. Busz*) beobachtete bei seinen eingehenden Untersuchungen der Krystalle von Müsen, Monte Poni, Wheatley Mines, Roisdorf und Bassick (Nord-Amerika) folgende Formen der genannten Zone: $0P$, P, $\frac{1}{3}P$, ∞P, $\frac{1}{5}P$, $\frac{1}{2}P$, $\frac{1}{7}P$, $3P$, $\frac{3}{5}P$, $\frac{1}{9}P$, $\frac{1}{4}P$, $2P$, $\frac{3}{7}P$, sowie an Krystallen von Bassick zuletzt**) noch $\frac{5}{3}P$ und $5P$. Die ersten 13 Formen sind auch lückenlos die ersten der in Fig. 4 aufgeführten des Anatas, gewiss eine merkwürdige Uebereinstimmung. Gewöhnlich wird für den rhombischen Schwefel eine unvollkommene Spaltbarkeit nach $0P$ und ∞P angegeben, Quenstedt***) erwähnt auch eine sehr undeutliche nach P. Man wird demnach, wenn auch noch keine Untersuchung der Aetzerscheinungen des Schwefels vorliegt, annehmen dürfen, dass auch bei ihm die Krystallmolekeln nach den Ecken der Grundpyramide P angeordnet sind. Es entspricht diese Anordnung dem Raumgitter, welches von Bravais (l. c. S. 185) als système terbinaire, mode octaédral rhombique bezeichnet wird†). In der That führt Bravais den Schwefel als Beispiel für dieses Raumgitter an, ohne jedoch näher auf dessen Formen einzugehen; indess bemerkt er, dass bei dieser Structur die Grundpyramide P die vorherrschende Form sei.

---

*) Diese Zeitschr. **15**, 616; **17**, 549; **20**, 558. Vergl. auch Molengraaff, diese Zeitschr. **14**, 43.

) Ebenda **20, 563.

***) Handbuch d. Mineralogie, 3. Aufl., S. 789.

†) S. auch Groth, Physik. Kryst., 3. Aufl., S. 258, Fig. 140b.

XXVII. Mittheilungen aus dem mineralogischen Institute München.

(Hiezu Tafel XII.)

1. Eine Methode zur genauen Justirung der Nicol'schen Prismen.

Von

E. Weinschenk.

Die verschiedenen Methoden, welche heutzutage in Anwendung sind, um die Schwingungsrichtungen der Nicol'schen Prismen mit den Armen des Fadenkreuzes in genaue Uebereinstimmung zu bringen, sind zum grössten Theile auf die Verwendung künstlich angefertigter Platten basirt und lassen eine absolut zuverlässige Einstellung nur in den seltensten Fällen zu. Da nun eine solche von grossem praktischen Nutzen für die Bestimmung der optischen Eigenschaften der Mineralien im Mikroskope ist, möchte ich mir erlauben, hier eine neue Methode mitzutheilen, welche sehr rasch zum Ziele führt und stets vollständig genaue Resultate giebt.

Die Methode beruht darauf, dass ein doppeltbrechender Krystall, welcher zwischen zwei Nicols beobachtet wird, nur dann bei einer vollen Horizontaldrehung des einen derselben in keiner Stellung Interferenzfarben aufweist, wenn eine seiner Schwingungsrichtungen genau parallel mit der Schwingungsrichtung des anderen Nicols ist. Ist auch nur eine geringe Abweichung von dieser Stellung vorhanden, so wird namentlich dann, wenn die Nicols einen Winkel von wenig mehr als 90° bilden, eine deutliche Färbung des Krystalles zu beobachten sein, und zwar hat man in dem stumpfen Winkel der beiden Nicols die Complementärfarbe zu der im spitzen Winkel auftretenden. Wenn nun der Krystall so beschaffen ist, dass er Interferenzfarben erster, zweiter oder dritter Ordnung giebt, so tritt der Unterschied zwischen diesen beiden Färbungen in deutlichster Weise hervor und erlaubt eine viel genauere Einstellung, als dies mit den heute üblichen Mitteln erreicht werden kann.

Es handelt sich also zunächst darum, Krystalle eines Minerals zu beschaffen, welche eine genaue Parallelstellung ihrer Schwingungsrichtung mit den Fäden des Fadenkreuzes gestatten, und welche gleichzeitig die lebhaften Polarisationsfarben niederer Ordnungen geben. Ein ausserordentlich geeignetes Material hierzu bildet der Quarz, dessen Verwendbarkeit noch dadurch gehoben wird, dass er leicht in vollständig wasserklaren Krystallen zu erhalten ist, und dass seine Lichtbrechung derjenigen des Canadabalsams nahe steht, so dass ein in Canadabalsam eingebetteter Krystall von Quarz ohne Anwendung empfindlicher Methoden im gewöhnlichen Lichte im Mikroskope nicht hervortritt.

Die langnadeligen Krystalle dieses Minerals, welche das Scheelitvorkommen im Riesengrund begleiten, wurden mit besonderem Vortheile für diese Untersuchungen verwendet. Man findet in den Drusen dieses Vorkommnisses zahlreiche wasserklare Nadeln mit ganz ebenen Prismenflächen von einer Länge von 5—7 mm und einer Dicke von 0,05—0,15 mm, welche abgetrennt und in Canadabalsam eingebettet ohne Weiteres zur Justirung der Nicols verwendet werden können.

Man stellt zunächst die lange Prismenkante des so präparirten Quarzkrystalles zwischen annähernd gekreuzten Nicols — deren Schwingungsrichtungen aber schief zum Fadenkreuze des Mikroskopes stehen müssen, um den Krystall deutlich hervortreten zu lassen — auf das Genaueste parallel zu einem Faden des Fadenkreuzes und dreht nun den Polarisator, bis der Quarzkrystall von den übrigen Theilen des Gesichtsfeldes nicht mehr zu unterscheiden ist. Hierauf dreht man den Analysator langsam gegen die Dunkelstellung zu und achtet darauf, ob nicht in irgend einer Stellung der Quarzkrystall wieder sichtbar wird. Ist dies der Fall, so muss durch eine feine Bewegung des Polarisators die gleichmässige Färbung des ganzen Gesichtsfeldes wieder hergestellt werden, und man hat diese Correctur so lange vorzunehmen, bis bei einer Drehung des Analysators um 180° der Quarzkrystall vollständig unsichtbar bleibt. Dann fallen die Schwingungsrichtungen in Quarz und Polarisator genau in dieselbe Richtung, d. h. das Licht im Polarisator schwingt genau || zu einem Arme des Fadenkreuzes. Um den Analysator zu justiren, verfährt man in umgekehrter Ordnung.

Die Justirung der Nicols nach dieser Methode gelingt nur dann, wenn sich zwischen den gekreuzten Nicols keine doppeltbrechenden Linsen befinden. Man hat daher gleichzeitig in dieser Methode ein ausserordentlich scharfes Mittel an der Hand, auch die geringste Doppelbrechung der Linsen zu erkennen, eine Erscheinung, welche an den meisten petrographischen Mikroskopen leider vorhanden ist, deren Vernachlässigung aber in vielen Fällen, in welchen es sich um feinere optische Bestimmungen handelt, zu bedeutenden Missgriffen Anlass geben kann. Ausserdem kann man nach dieser Methode prüfen, ob die beiden Arme des Fadenkreuzes genau einen

rechten Winkel mit einander bilden, was gleichfalls nicht in allen Fällen vollkommen der Fall ist.

Als Probe für die richtige Orientirung der Nicols und die Brauchbarkeit des Instrumentes für genaue Messungen im polarisirten Lichte kann dann noch die Beobachtung dienen, dass die Polarisationsfarben des Quarzkrystalles beim Drehen in zwei benachbarten Quadranten genau dieselbe Nüance geben.

Wenn man versucht, Mikroskope nach dieser Methode zu justiren, so wird man in den meisten Fällen die leidige Entdeckung machen, dass die Linsensysteme nicht isotrop sind, und dass die an den Nicols angebrachten Marken nur sehr geringe Genauigkeit aufweisen, zwei Fehler, welche, wie schon oben bemerkt, durchaus nicht zu vernachlässigen sind, sondern vielmehr oft sehr bedeutend die Resultate der Untersuchung beeinflussen.

2. Ueber den sogenannten Schneebergit.

Von

A. S. Eakle und W. Muthmann.

Im Jahre 1880 veröffentlichte A. Brezina*) eine kurze Mittheilung »Ueber ein neues Mineral, den Schneebergit«, welches auf der Bockleitner Halde am Schneeberge in Tirol gefunden wurde. Eine von H. Weidel ausgeführte qualitative Analyse ergab als Hauptbestandtheile Antimon und Kalk und Brezina spricht die Vermuthung aus, es könne dasselbe eine zweite Modification des Romeït oder Romeïn sein, welchem nach Damour die Formel $Sb_2O_3.Sb_2O_5.3CaO$ zukommen soll, während Groth in seiner »Tabellarischen Uebersicht der Mineralien« (S. 70) für den Romeït als wahrscheinlichste Formel $CaSb_2O_4$, für den Schneebergit $Ca_2Sb_2O_7$ annimmt. Der letztere wäre dann identisch mit Atopit.

Eine quantitative Analyse des Schneebergits liegt bis jetzt nicht vor, und es schien uns daher wünschenswerth, eine solche mit einer genügenden Menge reinen Materials auszuführen. Es befindet sich in der hiesigen mineralogischen Sammlung eine ganze Reihe von Stufen des seltenen Minerals, die zu verschiedenen Zeiten auf dem Schneeberge gefunden wurden; die grösste Zahl hat v. Elterlein gelegentlich seiner Untersuchungen über die Erzlagerstätte des Schneeberges gesammelt. Dieselben zeigen es zum grössten Theile als krystallinisches Aggregat, aufsitzend auf Erzstufen, welche aus einem Gemenge von Magnetit, Zinkblende und Kupferkies bestehen; das Gangmineral ist ein dichter Quarz.

Die Aggregate sind zum Theil nierenförmig und bestehen aus gerun-

*) Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1880, 313.

deten Krystallkörnern, die eine Form kaum erkennen lassen. Die Farbe ist honiggelb bis schön weingelb; an der Oberfläche ist in Folge beginnender Zersetzung oft Bräunung eingetreten, der Farbe nach von einem dünnen Ueberzuge von Eisenoxydhydrat herrührend. Die im Inneren befindlichen völlig unzersetzten Krystallkörner erwiesen sich als isotrop; hier und da konnte, namentlich wenn Einschlüsse feiner Erzpartikelchen vorhanden waren, schwache anomale Doppelbrechung beobachtet werden.

An anderen Stufen erschien das Mineral als dünner Ueberzug oder als Anflug; hier und da konnten deutliche Krystalle beobachtet werden, welche als einzige Form das Oktaëder zeigten. Fast immer war es von Kalkspath und Breunerit begleitet, aus welchen es offenbar entstanden ist, wie dies von v. Elterlein nachgewiesen wurde*); häufig umrandet der Schneebergit das Carbonat, wenn er es nicht völlig verdrängt hat; noch besser ist die Paragenesis in Schliffen unter dem Mikroskope zu verfolgen: man erkennt, dass das Kalk-Eisencarbonat sich zunächst in ein lichtgelb gefärbtes, doppeltbrechendes Mineral von unbekannter Zusammensetzung verwandelt hat, welches im weiteren Verlaufe körnig und isotrop wird und schliesslich in reinen Schneebergit übergeht.

Die Isolirung des Materials zum Zwecke der Analyse bot einige Schwierigkeit und wurde mit möglichster Sorgfalt durchgeführt, um ein einwurfsfreies Product zu erhalten. Die von den Stufen abpräparirten Stückchen zerfielen bei schwachem Drücken mit dem Achatspatel leicht in die einzelnen isotropen Krystallkörner; eine mikroskopische Prüfung des so erhaltenen groben Pulvers ergab als Beimengungen Magnetit und Zinkblende, unregelmässig begrenzte Fragmente eines milchweissen Quarzes, Kalkspath und nicht näher bestimmbare, fast undurchsichtige, schwarze Stückchen eines durch Säuren nicht angreifbaren Minerals, wahrscheinlich irgend eines Silicates; alle diese Verunreinigungen waren indessen nur in geringer Menge vorhanden und machten höchstens 5 % des Gesammtgewichtes aus. Zum Zwecke der Reinigung wurde das Material zunächst mit verdünnter Salzsäure andauernd bei etwa 60°—80° behandelt, dann etwas Salpetersäure zugesetzt und noch kurze Zeit erwärmt, um anwesende Sulfide sicher zu zerstören; die Krystallkörner des Schneebergits werden, wenn die Salzsäure genügend verdünnt ist, nicht angegriffen. Der gut gewaschene und getrocknete Rückstand enthielt noch Quarz und das erwähnte schwarze Mineral, welche durch mechanisches Auslesen leicht entfernt werden konnten. Es wurden so ca. 0,4 g des Minerals erhalten, die in Bezug auf Einheitlichkeit und Reinheit nichts zu wünschen übrig liessen.

Von diesem Materiale wurde unter Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln zunächst eine Dichtebestimmung mittelst Pyknometers ausgeführt:

---

*) Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1891, 41, 336. S. diese Zeitschr. 23, 283.

Angewendet 0,4110 g, $s = 3,838$ (Mittel von drei Wägungen, die 3,823—3,848 ergaben).

Weidel fand mit 0,17 g die Zahlen 3,9, 4,1 und 4,3.

Da nur wenig Substanz zur Verfügung stand, wurde von einer qualitativen Analyse zunächst abgesehen, und es wurde beim quantitativen Gange nach Weidel's Befund verfahren, der, wie oben erwähnt, als Hauptbestandtheile Antimon und Kalk gefunden hatte. Der Aufschluss wurde durch Schmelzen mit Kalium-Natriumcarbonat unter Zusatz von etwas Salpeter (um Reduction des Antimons zu vermeiden) ausgeführt; nach dem Lösen der Schmelze in Salzsäure resultirte eine von Eisen ziemlich stark gelb gefärbte Flüssigkeit, in welcher sich eine Substanz ausgeschieden hatte, welche genau das Aussehen von Kieselsäure hatte. In diese Flüssigkeit wurde nun Schwefelwasserstoff eingeleitet; es schied sich ein Niederschlag ab, der eine tief dunkelbraune Farbe besass. Bei eingehender Untersuchung zeigte sich, dass dieser Niederschlag neben viel Schwefel, von der Oxydation des Schwefelwasserstoffes durch das Ferrisalz herrührend, nichts als Kieselsäure und etwas Platin enthielt, welch letzteres offenbar aus dem zum Aufschliessen benutzten Platintiegel herstammte; bekanntlich greifen salpeterhaltige Schmelzen die Platintiegel immer etwas an. Weder Antimon, noch Wismuth, noch Kupfer, welche drei Elemente Weidel fand, konnten nachgewiesen werden; die einzige aus dem Mineral herrührende Substanz, die im Niederschlage vorhanden war, war Kieselsäure.

Das Filtrat wurde nun weiter untersucht und darin nur Eisen und Kalk entdeckt; die quantitative Bestimmung ergab:

$$Fe_2O_3 \ 32,33\,\% \quad \text{und} \quad CaO \ 32,58\,\% .$$

Eine einwurfsfreie Bestimmung der Kieselsäure konnte leider nicht ausgeführt werden, da der die letztere theilweise enthaltende Niederschlag bei der qualitativen Prüfung verbraucht worden war. Herr Prof. Groth hatte nun die Liebenswürdigkeit, uns noch eine weitere Stufe mit dem Mineral aus der Staatssammlung zu überlassen, von der noch etwa 0,2 g abpräparirt werden konnten. Das Material wurde, da es ziemlich viel Beimengungen, namentlich Magnetit enthielt, mit starker Salzsäure behandelt, durch die auch der Schneebergit unter Kieselsäureabscheidung etwas angegriffen wurde, doch konnte die ausgeschiedene Kieselsäure leicht auf mechanischem Wege entfernt werden. Ein sorgfältigst gereinigtes Material ergab:

$$SiO_2 \ 35,45\,\% , \quad Fe_2O_3 \ 32,11\,\% .$$

Die gefundene Zusammensetzung passt nun genau auf die Formel eines Kalkeisengranates, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

	Gefunden:		Berechnet für
	I.	II.	$3CaO.Fe_2O_3.3SiO_2$
SiO_2	—	35,45	35,43
Fe_2O_3	32,33	32,11	31,50
CaO	32,58	—	33,07
			100,00

Es geht aus dieser Untersuchung demnach mit Sicherheit hervor, dass die mit »Schneebergit« bezeichneten Stufen der hiesigen Sammlung, und es ist deren eine ganze Reihe aus verschiedenen Quellen bezogener vorhanden, weiter nichts sind, als ein sehr reiner Kalkeisengranat (Topazolith). Diese sämmtlichen Stufen stammen vom Schneeberge von derselben Localität, von der das von Brezina beschriebene und von Weidel untersuchte Material herrührte; in Bezug auf Farbe, Härte, mikroskopisches Verhalten, Krystallform und den Eisen- und Kalkgehalt stimmt das von uns untersuchte Material mit dem von Brezina beschriebenen völlig überein, und wir halten uns daher für berechtigt, die Vermuthung auszusprechen, dass der Schneebergit nichts als ein Granat von der erwähnten Zusammensetzung ist.

Bemerkt muss werden, dass das von uns untersuchte Material in der Gebläseflamme zu einer tief braunen Flüssigkeit schmilzt, während Brezina in seiner Beschreibung angiebt: Vor dem Löthrohre unschmelzbar.

Für unsere oben ausgesprochene Vermuthung spricht übrigens der Umstand, dass das von Brezina beschriebene Product in Säuren unlöslich war; ein Kalksalz einer Sauerstoffsäure des Antimons müsste sich natürlich in starker Salzsäure mit Leichtigkeit auflösen. Wahrscheinlich ist wegen der geringen Menge stark verunreinigten Materials, das Weidel zur Verfügung stand, bei der qualitativen Analyse ein Irrthum vorgekommen.

Immerhin ist das Vorkommen ein sehr interessantes, da Granat in reinen Oktaëdern sehr selten ist; auch ist bis jetzt ein ganz thonerdefreier Topazolith, mit Ausnahme desjenigen von der Mussa-Alpe, noch nicht beobachtet worden. Der Eisenniederschlag wurde durch Eintragen in ganz reine, aus metallischem Natrium frisch bereitete Natronlauge auf Thonerde geprüft, doch konnte keine Spur der letzteren entdeckt werden; ebensowenig enthielt das Mineral Magnesia.

3. Secundäre Mineralbildungen auf Antimonit.

Von

A. S. Eakle aus Ithaka, N. Y.

(Hierzu Fig. 1—8 auf Taf. XII.)

Eine grössere Antimonitstufe der Münchener Staatssammlung, deren Fundort nicht sicher ist, zeigt einige interessante, aus der Zersetzung des

Antimonglanzes hervorgegangenen Mineralien, welche sich in kleinen Hohlräumen der wirr durch einander gelagerten Antimonitstengel finden. Es sind dies Senarmontit, Schwefel in formenreichen Krystallen, Gyps in radial angeordneten durchsichtigen Nadeln und ganz besonders reichlich erdiger Antimonocker.

In die Hohlräume hineinragend finden sich auch kurzprismatische Antimonitkrystalle, längsgestreift und meist mit einer Kruste gelben Ockers überkleidet. In der Prismenzone lassen sich {110}, {120}, {130} und {010} feststellen. An den Enden erscheinen sehr stumpfe Brachydomenflächen *K* und *O* (s. Fig. 1), welche aber nach mikroskopischem Befunde und da die Krystalle gedreht und gebogen sind, als Gleitflächen zu deuten sind, ihre Symbole wären {014} und {015}, während die stumpfste bislang beobachtete brachydomatische Form die von Krenner angegebene {013} ist. Die Messungen ergaben folgende Werthe:

	Berechnet:	Gemessen:
(110):(014)	= 80° 3′	80° 3′
(110):(015)	= 81 57	81 48
(010):(014)	= 75 47	75 16
(014):(015)	= 2 45	2 16

Eingebettet in den gelben Ocker und aufgewachsen auf die eben genannten Antimonitkrystalle erscheinen in grosser Menge die oktaëdrischen Kryställchen des Senarmontits, welche wegen ihrer Kleinheit nicht gleich auffallen und erst beim Betrachten mit der Lupe hervortreten. Sie erscheinen in stark glänzenden tiefschwarzen Oktaëdern und nur wenige grössere, besonders isolirt sitzende sind wachsgelb, durchscheinend. Die leichte Schmelzbarkeit, der Verlust des Metallglanzes in Bromnaphthalin und die weissgraue Farbe des Pulvers beweisen die Zugehörigkeit auch der schwarzen Krystalle zum Senarmontit. Die schwarze Farbe rührt demnach offenbar nur von eingelagertem Antimonit-Mulm her.

Der Schwefel ist sehr reichlich in allen Höhlungen vorhanden und variirt in der Farbe von hellroth zu rein schwefelgelb. Die rothe Farbe rührt von einer Beimengung her, da sie nicht im ganzen Krystalle eine gleichmässige ist. Die geringe Grösse der Krystalle machte eine chemische Bestimmung der Natur der färbenden Substanz unmöglich, doch wurde mittelst mikrochemischer Versuche festgestellt, dass sie nicht von Selen herrührt. In der Ausbildung weichen die rothen und gelben Krystalle nicht von einander ab, sie entspricht der in Fig. 2 gegebenen Abbildung. Bezüglich der zurücktretenderen Formen ist keine ausgesprochene Neigung zur Bildung eines bestimmten Habitus zu bemerken; wenn bei einem Krystalle eine untergeordnete Form stärker entwickelt ist, so tritt sie an anderen dafür wieder mehr zurück. An einigen Krystallen fand sich die Basis mehr

entwickelt, so dass tafelige Krystalle resultiren, Fig. 3. Die Krystalle gleichen am meisten den von Molengraaff beschriebenen westindischen, erreichen aber nicht deren Flächenreichthum. Die gemessenen und berechneten Winkel sind:

	Gemessen:	Berechnet.
$c : t = (001):(115)$ =	31° 6′	31° 6′
$t : s = (115):(113)$ =	14 8	14 4
$s : y = (113):(112)$ =	11 19	11 18
$y : p = (112):(111)$ =	15 13	15 11
$p : \gamma = (111):(331)$ =	12 3	12 3
$\gamma : m = (331):(110)$ =	6 17	6 18
$z : x = (135):(133)$ =	13 3	13 5
$x : q = (133):(131)$ =	16 44	16 44
$c : v = (001):(013)$ =	32 23	32 24
$c : n = (001):(011)$ =	62 17	62 17
$v : n = (013):(011)$ =	29 54	29 54
$n : b = (011):(010)$ =	27 46	27 43
$c : u = (001):(103)$ =	37 50	37 58
$u : e = (103):(101)$ =	28 54	28 54
$e : a = (101):(100)$ =	23 8	23 10
$e : p = (101):(111)$ =	36 52	36 49
$n : z = (011):(133)$ =	19 53	19 55
$n : q = (011):(131)$ =	27 55	27 58
$n : p = (011):(111)$ =	47 26	47 23
$p : x = (111):(133)$ =	27 26	27 28
$t : t''' = (115):(1\bar{1}5)$ =	38 4	38 3

Gyps findet sich nur in ganz geringer Menge in radial gestellten durchsichtigen Nädelchen in einigen wenigen Hohlräumen.

4. Calcit vom Lake Superior.

Von Ch. Palache aus Berkeley, Cal.

(Hierzu Fig. 4 auf Taf. XII.)

Von dem das gediegene Kupfer am Oberen See begleitenden Kalkspath sind bekanntlich einige ausgezeichnete Krystalle von G. vom Rath und von F. Hessenberg beschrieben und abgebildet worden. Durch die Erwerbung der Sammlung des früheren Staatsgeologen von Michigan, Herrn C. Rominger in Ann Arbor, für die mineralogische Sammlung München gelangte in die letztere auch eine grössere Stufe mit schönen Krystallen eines von den früher beschriebenen verschiedenen Habitus. Dieselbe stammt von der jetzt nicht mehr im Betriebe stehenden Clark Mine,

welche in älterer Zeit zahlreiche schöne krystallisirte Mineralvorkommen geliefert hat (s. S. 545 f.). Die auf Spalten des bekannten Mandelsteines aufsitzenden Krystalle sind zweierlei: vereinzelte, bis 4 cm lange und 1 cm dicke, vorherrschend prismatische Combinationen auf einer zusammenhängenden Kruste kleinerer (bis 1 cm lang) von wesentlich gleicher Form, zum Theil mit einem feinen Ueberzuge von Eisenoxyd bedeckt. Die an einigen losgebrochenen Exemplaren der ersteren Art bestimmte Combination ist in Fig. 4 wiedergegeben und zeigt die folgenden Formen (Buchstabenbezeichnung nach Dana):

	Miller:	Bravais:	Naumann:
m =	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	$\{10\bar{1}0\}$	∞R
a =	$\{1\bar{1}0\}$	$\{11\bar{2}0\}$	$\infty P2$
M =	$\{3\bar{1}\bar{1}\}$	$\{40\bar{4}1\}$	$4R$
Υ =	$\{50\bar{3}\}$	$\{53\bar{8}2\}$	$R4$
N =	$\{\bar{9}.5.\bar{1}\bar{1}\}$	$\{4.16.\bar{2}\bar{0}.3\}$	$-4R\frac{5}{3}$
v =	$\{20\bar{1}\}$	$\{21\bar{3}1\}$	$R3$
λ' =	$\{70\bar{2}\}$	$\{72\bar{9}5\}$	$R\frac{9}{5}$ *)
r =	$\{100\}$	$\{10\bar{1}1\}$	R
t =	$\{310\}$	$\{21\bar{3}4\}$	$\frac{1}{4}R3$ (?)
e =	$\{110\}$	$\{0\bar{1}12\}$	$-\frac{1}{2}R$ (?)

Von diesen Formen sind die beiden letzteren unsicher, weil sie, eine gerundete, stark gestreifte Abstumpfung des Grundrhomboëders bildend, keinerlei scharfe Messung gestatteten. r ist sehr verschieden gross, an der Endigung herrschend bis fast verschwindend. Das am Kalkspath des Oberen Sees noch nicht beobachtete Skalenoëder λ' zeigt ziemlich gute Flächen von mittlerer Grösse, während das sonst so gewöhnliche v nur schmal ausgebildet ist, manchmal auch ganz fehlt. Das auch an den von früheren Autoren beschriebenen Krystallen auftretende und offenbar für den Calcit der Kupferregion sehr charakteristische Skalenoëder N erscheint mit guten Flächen an allen untersuchten Krystallen. Die bisher nur an anderen Fundorten beobachtete Form Υ erscheint an den grossen isolirten Krystallen meist so vorherrschend entwickelt, wie es die Fig. 4 zeigt, an den kleinen dagegen wird es durch M fast ganz verdrängt. Das letztere, dem entsprechend von wechselnder Grösse, besitzt die besten Flächen, welche jedoch vielfach mit denen des herrschenden Prismas m treppenförmig wechseln. Die Kanten des letzteren sind stets durch schmale Flächen von a abgestumpft.

Zur Bestimmung der Formen dienten folgende Messungen:

*) Diese Form wurde mit λ' bezeichnet, weil sie hier gleichsam das ähnliche Skalenoëder $\lambda = R2$ vertritt.

	Beobachtet:		Berechnet.
$\lambda' : r =$	16° 52½' M.	(± 29')	16° 35½'
$v : r =$	29 6	(± 6)	29 1½
$\Upsilon : r =$	34 32	(± 25)	34 27½
$M : r =$	31 10	(± 4)	31 10
$N : N =$ stumpfe Polk.	21 31½	(± 1)	21 29½
$N : N =$ scharfe -	96 23¾	(± 3)	96 26½
$N : M =$	48 12	(± 6)	48 13
$N : \lambda' =$	40 54	(± 9)	40 48

5. Brookit vom Maderaner Thal.

Von Demselben.

(Hierzu Fig. 5 auf Taf. XII.)

Die Brookitkrystalle aus dem Etzli- und dem Griesenthale, südlichen Seitenthälern des Maderaner Thales, sind bekanntlich mehrfach beschrieben worden, von Wiser, Hessenberg, G. vom Rath und Bücking. Im Juli d. J. 1890 wurden nun am Nordabhange des Oberalpstockes, also östlich vom Griesenthale, Krystalle des Minerals von einer noch nicht beobachteten Grösse gefunden und es gelang Herrn Dr. Grünling, welcher sich damals auf einer Sammelreise in der Nähe befand, dieselben für die mineralogische Sammlung zu erwerben. Ausser mehreren Handstücken mit aufgewachsenen Krystallen liegen einige isolirte tafelförmige Exemplare vor (in der Krystallsammlung aufgestellt) bis zu einer Länge von 3 cm und einer Breite von über 2 cm. Der flächenreichste dieser Krystalle ist in Fig. 5 abgebildet; derselbe zeigt (bezogen auf das Axenverhältniss $a : b : c = 0,8416 : 1 : 0,9444$) folgende Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $l\{210\}$, $b\{010\}$, $t\{021\}$, $e\{122\}$, $z\{112\}$, $Q\{234\}$, $\varepsilon\{134\}$, $y\{104\}$, $c\{001\}$. Von diesen war ε nur mit einer Fläche, Q mit zweien ausgebildet, von denen (234) einen mittelmässigen, ($\bar{2}$34) einen unvollkommenen Reflex lieferte. Die in Folge dessen nur angenäherten Messungen ergaben:

	Beobachtet:	Berechnet:
(234):($\bar{2}$34) =	49° 10'	49° 12'
(234):(122) =	7 6	6 46½
(234):(112) =	9 44	9 13⅓
(134):(234) =	11 35	11 42½
(134):(001) =	38 51	37 18

Für die Form ε giebt Hessenberg an der von ihm beschriebenen Combination dieses Vorkommens das Symbol {5.14.18} als wahrscheinlich an, welches Miller vermuthungsweise aufgestellt hatte; dasselbe würde folgende Winkelwerthe erfordern:

$$(5.14.18):(234) = 10^\circ 30'$$
$$(5.14.18):(001) = 38\ 35$$

Wie man sieht, stimmt von den beiden für ε beobachteten Werthen der eine besser mit dem Symbol {134}, der andere besser mit {5.14.18}; da aber die Zugehörigkeit von ε zur Zone [234 : $\bar{2}$34] sicher festgestellt werden konnte und diese dem zweiten Symbole entspricht, so ist wohl das bei weitem einfachere erste als richtig anzunehmen.

Während die auf den Stufen (auf Quarz) aufgewachsenen Krystalle meist dem beschriebenen entsprechen, zeigen die übrigen losen Krystalle, darunter auch der grösste, am Ende nur {112}.

6. Titanit vom Rauris.

Von Demselben.

(Hierzu Fig. 6 und 7 auf Taf. XII.)

Unter den mannigfachen, krystallisirten Mineralvorkommnissen des Rauriser Thales, welche in neuerer Zeit in die Münchener Sammlung gelangten, zeichnen sich namentlich die Titanite durch Schönheit und Flächenreichthum aus. Einige lose Krystalle, meist Zwillinge des gewöhnlichen Gesetzes, welche an der Grieswiesalp mit Periklin, matten Calcitrhomboëdern (R) und Quarz (vergl. Molengraaff, diese Zeitschr. **14**, 172 und G. Tschermak, über gewundene Bergkrystalle, Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. 1894, **61**, 395) vorkamen, wurden der goniometrischen Untersuchung unterworfen und einige für den Titanit neue Flächen an denselben nachgewiesen.

Fig. 6, Taf. XII zeigt die Form eines einfachen Krystalles in gerader Projection auf die Ebene ($\bar{1}$00). Von den herrschenden Flächen x($\bar{1}$02) und y($\bar{1}$01) ist die letztere glänzend, aber geknickt, während x bis auf eine schmale, an n beiderseits angrenzende Zone matt erscheint in Folge zahlreicher Aetzfiguren, welche, im Wesentlichen von einer nach (010) symmetrischen Form, sehr dicht gedrängt erscheinen und von denen die Zeichnung nur eine ungefähre Vorstellung zu geben vermag; einzelne, ziemlich grosse Aetzfiguren finden sich auch auf dem schmalen glänzenden Randtheile von x und diese sind zum Theil offenbar durch ungleich grosse Ausdehnung zweier an sich gleichwerthiger Flächen, unsymmetrisch, wie es die Figur andeutet. Eine Fläche von x, ($\bar{1}$02), und eine von y, (10$\bar{1}$), herrschen oft in der Weise vor, dass sie in einer scharfen Kante zusammenstossen und so dem Krystalle einen dünnkeilförmigen Habitus verleihen, wie dies auch aus der Abbildung des gewöhnlichen Zwillings, Fig. 7, einer geraden Projection auf (010), hervorgeht. Seitlich ist am grössten ausgebildet die prismatische Form ζ{$\bar{1}$81} mit meist wenig glänzenden, parallel

der Kante $\zeta:\zeta$ gestreiften (s. Fig. 7), zuweilen ganz rauhen Flächen, welche durch diese Art der Ausbildung gleichsam eine Scheinfläche (010) hervorbringen. Alle anderen Flächen sind dagegen glänzend und gut messbar. Ausser den angeführten wurden folgende Formen beobachtet, von denen die mit * versehenen für den Titanit neu sind:

$n = \{\bar{1}23\}\frac{2}{3}\not{P}2$	$P = \{001\}0P$
$s = \{\bar{1}41\}4\not{P}4$	$d = \{\bar{1}63\}2\not{P}6$
$r = \{011\}\not{P}\infty$	$*N = \{\bar{1}52\}\frac{5}{2}\not{P}5$
$t = \{121\}-2\not{P}2$	$*h = \{\bar{3}.14.5\}\frac{14}{5}\not{P}\frac{14}{3}$
$l = \{110\}\infty P$	$*H = \{\bar{4}.17.5\}\frac{17}{5}\not{P}\frac{17}{4}$
$i = \{112\}-\frac{1}{2}P$	$*F = \{\bar{9}.30.23\}\frac{30}{23}\not{P}\frac{10}{3}$.

Von diesen Formen liegen N, h, H in der Zone ds, F in der Zone $\zeta N n$.
Die Messungen ergaben:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(\bar{1}52):(011)$	$= 34^\circ 30'$	$34^\circ 23\frac{1}{2}'$
$(\bar{1}52):(\bar{1}02)$	$= 53\ 30$	$53\ 32\frac{1}{2}$
$(\bar{1}52):(\bar{1}\bar{5}2)$	$=$ —	$107\ 5$
$(\bar{3}.14.5):(011)$	$= 37\ 35\frac{1}{2}$	$37\ 46$
$(\bar{3}.14.5):(\bar{3}.\overline{14}.5)$	$=$ —	$109\ 8$
$(\bar{4}.17.5):(011)$	$= 43\ 20\frac{1}{2}$	$43\ 6\frac{1}{2}$
$(\bar{4}.17.5):(\bar{4}.\overline{17}.5)$	$=$ —	$111\ 49$
$(\bar{9}.30.23):(\bar{1}23)$	$= 15\ 27$	$15\ 15$
$(\bar{9}.30.23):(\bar{9}.\overline{30}.23)$	$=$ —	$74\ 27$
$(\bar{9}.30.23):(001)$	$=$ —	$47\ 40$

XXVIII. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. V. de Souza-Brandão (in Lissabon): **Die krystallographische Symbolik im hexagonalen Systeme** (Bemerkungen zu Herrn v. Fedorow's Aufsatze, diese Zeitschr. **24**, 132).

Bei meinen Studien über die Eigenschaften der hexagonalen Krystalle fühlte ich das Bedürfniss nach einer Bezeichnung solcher Art, dass 1) besonders jene Beziehung zu Tage trete, die im tetragonalen Systeme darin besteht, dass jede Kante mit der Normalen der gleich indicirten Fläche in ein und demselben Hauptschnitte liegt, wodurch die Kanten des Basalbüschels dieselben Symbole führen, wie die darauf senkrechten Flächen der Hauptzone; 2) dass mit einem einzigen Symbole die ganze durch das Symmetriegesetz bedingte einfache Kantenform zur Darstellung gelangen könne. Wird der ersteren Bedingung genügt, so wird offenbar letztere auch erfüllt sein, sobald überhaupt die einfache Flächenform ihr eigenes Symbol besitzt, weshalb ich mich sogleich den Bravais'schen Symbolen zuwendete.

Die leitende Idee war folgende: Während allgemein die Coordinaten einer Kante $K \equiv [K_1 K_2 K_3]$ durch

$$a_1 K_1 : a_2 K_2 : a_3 K_3 = \sin(\pi_2 \pi_3) \cos(K p_1) : \sin(\pi_3 \pi_1) \cos(K p_2) : \\ : \sin(\pi_1 \pi_2) \cos(K p_3)$$

in ihren Verhältnissen gegeben sind, wobei p_1, p_2, p_3 die Normalen der Coordinatenflächen $\{\pi_2 \pi_3\}$, $\{\pi_3 \pi_1\}$, $\{\pi_1 \pi_2\}$ und $a_1 : a_2 : a_3$ das Axenverhältniss bedeuten, so ist doch speciell einerseits im tetragonalen Systeme

$$a K_1 : a K_2 : a_3 K_3 = \cos(K[p_1 = \pi_1]) : \cos(K[p_2 = \pi_2]) : \cos(K[p_3 = \pi_3])$$

und andererseits im hexagonalen Systeme unter Zugrundelegung eines Bravais-schen oder Groth'schen, von der überzähligen Axe befreiten Coordinatenaxen-systems

$$a K_1 : a K_2 : a_3 K_3 = \cos(K p_1) : \cos(K p_2) : \frac{\sqrt{3}}{2} \cos(K[p_3 = \pi_3]) .$$

Man sieht aus den Verhältnissen der tetragonalen Coordinaten, dass sie zwei Deutungen zulassen: sie können nämlich entweder als den Cosinus der Winkel, welche die Kante K mit den Normalen p_1, p_2, p_3 der Coordinatenflächen bildet, oder als den Cosinus der Winkel jener Kante mit den Coordinatenkanten π_1, π_2, π_3 proportionale Zahlen aufgefasst werden. Erstere Deutung entspricht dem wirklichen allgemeinen Sinne und liefert im hexagonalen Systeme die üblichen,

unseren Bedingungen nicht genügenden Kantensymbole. Wir setzen deshalb, um die zweite Auffassung zu prüfen:

$$a x_1 : a x_2 : a_3 x_3 = \cos(K\pi_1) : \cos(K\pi_2) : \cos(K\pi_3)$$

und bestimmen die x, indem wir z. B. in den Formeln (Liebisch, Geom. Krystall. 91 (3))

$$a_p K_p = \sum_i \Delta_{pi} \frac{h_i}{a_i}, \qquad [p, i = 1, 2, 3],$$

die $\frac{h_i}{a_i}$ durch $\cos(K\pi_i)$ ersetzen und

$$a_1 = a_2 = a, \quad \Delta_{11} = \Delta_{22} = 1, \quad \Delta_{33} = \tfrac{3}{4},$$
$$\Delta_{23} = \Delta_{31} = 0, \quad \Delta_{12} = \tfrac{1}{2}$$

machen. Wir erhalten dann:

$$\cos(K\pi_1) : \cos(K\pi_2) : \cos(K\pi_3) = a x_1 : a x_2 : a x_3 =$$
$$= a(K_1 - \tfrac{1}{2}K_2) : a(-\tfrac{1}{2}K_1 + K_2) : a_3 K_3 .$$

Die neuen Indices

$$x_1 = K_1 - \tfrac{1}{2}K_2, \quad x_2 = -\tfrac{1}{2}K_1 + K_2, \quad x_3 = K_3$$

bestimmen also unzweideutig die Kante K, bringen das Rationalitätsgesetz zum Ausdruck und genügen der ersten der ihnen gestellten Bedingungen, wie in meiner früheren Notiz (diese Zeitschr. 28, 463) nachgewiesen worden ist. Wie zu erwarten, erfüllen sie aber zugleich die zweite Bedingung und lösen somit die Aufgabe, die ich mir selbst gestellt hatte.

In der citirten Notiz wollte ich keineswegs eine solche Bezeichnung allgemein vorschlagen oder empfehlen. Meine Meinung war und ist noch jetzt, trotz der Ausführungen Herrn v. Fedorow's, dass in den seltenen Fällen, wo es vortheilhaft oder sogar dringlich wäre, entweder die Stellung einer Kante in einem auf einer gewissen (gleich indicirten) Fläche senkrecht stehenden Hauptschnitte zu charakterisiren, oder eine einfache Kantenform, d. h. die Gesammtheit der durch die Symmetrie der betreffenden Gruppe bedingten mit der beliebigen Kante K gleichwerthigen Kanten, zu symbolisiren, bis auf weiteres, die in meiner Notiz abgeleiteten Symbole allein zu gebrauchen sind. Man kann ihre von derjenigen der analytischen (gewöhnlichen) Symbole verschiedene Natur durch andere Klammerarten, z. B. für die einzelne Kante durch $]K_1 K_2 K_u K_3[$ und für die einfache Kantenform durch $)K_1 K_2 K_u K_3($ zum Ausdruck bringen.

Ich habe diese Einzelheiten zum Theil wiederholt, um Missverständnisse bezüglich der Bedeutung der neuen Kantensymbole zu vermeiden. Ein solches scheint mir dem Beweise des Herrn v. Fedorow (l. c.) von der Irrationalität der (allgemeinen, nicht hexagonalen) Symbole zu Grunde zu liegen, indem Derselbe als neue Kantenindices die Verhältnisse der Cosinus der entsprechenden Winkel der fraglichen Kante und der Einheitskante mit den Fundamentalkanten hinstellt. Dies sind meine Indices gar nicht, sie sind einfach die Verhältnisse der Cosinus der Winkel der fraglichen Kante mit den Fundamentalkanten zu den, wie gewöhnlich mittelst einer beliebigen Fläche bestimmten, entsprechenden Einheiten jener Fundamentalkanten. Da wo sich diese Verhältnisse rational erweisen, können sie als das geometrische Gesetz erfüllende Bestimmungsgrössen der Kanten dienen. Sie fallen im tesseralen, tetragonalen und rhombischen Systeme, bei den üblichen Coordinatenaxensystemen, mit den analytischen Indices zusammen, und sind im

monoklinen und triklinen Systeme irrational*), auch diejenigen der Einheitskante, wie die allgemeine Formel beweist (diese Zeitschr. **28**, **464** oben). Dagegen findet Herr v. Fedorow bei Berechnung der Indices, mit denen er die meinigen verwechselt hat, dass die Einheitskante immer wieder das Symbol |111| erhält. Es haben also beide Bezeichnungen principiell gar nichts Gemeinschaftliches, woraus auch hervorgeht, dass ich die diesbezüglichen Arbeiten des Verfs. nicht benutzt habe.

Eine besondere Beziehung dieser Indices zu den gewöhnlichen Flächenindices möge noch erwähnt werden. Bezeichnet man mit $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4, \ldots$ die Winkel, welche die Normale der Fläche $f \equiv \{h_1\ h_2\ h_3\ h_4 \ldots\}$, und mit $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4, \ldots$ die Winkel, welche eine Kante $k \equiv]x_1\ x_2\ x_3\ x_4 \ldots[$ mit einer beliebigen Anzahl Kanten $i_1, i_2, i_3, i_4 \ldots$ bilden, deren Einheiten durch eine beliebige, sie alle schneidende (Einheits-)Fläche zu

$$a_1 : a_2 : a_3 : a_4 : \ldots$$

bestimmt werden, so ist:

$$\cos\varphi_1 : \cos\varphi_2 : \cos\varphi_3 : \cos\varphi_4 : \ldots = \frac{h_1}{a_1} : \frac{h_2}{a_2} : \frac{h_3}{a_3} : \frac{h_4}{a_4} : \ldots$$

$$\cos\psi_1 : \cos\psi_2 : \cos\psi_3 : \cos\psi_4 : \ldots = a_1x_1 : a_2x_2 : a_3x_3 : a_4x_4 : \ldots$$

Macht man nun

$$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 : \ldots = x_1 : x_2 : x_3 : x_4 : \ldots$$

so ergibt sich

$$\cos\psi_n = Pa_n^2 \cos\varphi_n ;$$

d. h. durch die krystallographisch-trigonometrischen Coordinaten (als solche bezeichnen wir die Verhältnisse der Cosinus der Winkel der Flächennormalen resp. der Kantenrichtungen mit den Richtungen der Fundamentalkanten) und unter Anwendung der neuen Kantenindices werden gleich indicirte Elemente — Fläche und Kante — auf einander affin bezogen. Man könnte also die neuen Indices affine Kantenindices nennen.

Herr v. Fedorow behauptet, dass die Miller'schen Symbole die allein zulässigen sind und glaubt im Mangel an Entgegnungen ein Zeichen dafür zu sehen, dass jene Behauptung allgemein anerkannt worden ist. Dem dürfte aber nicht so sein, wie ich im Folgenden zu zeigen versuche.

Die von Herrn v. Fedorow an die Symbole gestellten Bedingungen lassen sich vielleicht einfacher folgendermassen charakterisiren: Die Symbole müssen analytisch, rechnerisch und constructiv möglichst zweckmässig sein. Die analytische Zweckmässigkeit der Miller'schen Symbole kommt in der dualistischen Form der Zonengleichung zum Vorschein, und die rechnerische darin, dass die Indices den in die Rechnungsformeln eingehenden Cosinus gewisser Winkel direct proportional sind. Die constructive Zweckmässigkeit dieser Symbole ist auch besonders im Verhältniss zur stereographischen Projection eine vollkommene (anderen Projectionsmethoden kommen andere Symbole zu).

Nur hat Herr v. Fedorow eine wenigstens eben so wichtige Bedingung wie jene vergessen, nämlich die, dass die Symbole in erster Linie krystallographisch sein müssen, d. h. dass sie die zwei Hauptgesetze der Krystallo-

*) Die neuen Indices würden auch in diesen Systemen wegen des Fehlens der isotropen Zone resp. Kantenbüschels keine besonderen Beziehungen zu Tage fördern.

graphie zum Ausdruck bringen müssen. Das geometrische Gesetz wird durch die Rationalität der Indices vertreten, welche bekanntlich der arithmetische Ausdruck des Gesetzes ist. Dem Symmetriegesetze aber entsprechen die Miller'schen hexagonalen Symbole nicht, indem das objective Substrat dieses Gesetzes — die einfache Form — durch sie kein einfaches und übersichtliches Zeichen erhält, wie es bei den übrigen Systemen das Symbol einer ihrer Flächen (Hauptfläche) ist. Herr v. Fedorow, der dieses Gesetz an die Spitze des ganzen krystallographischen Gebäudes gestellt hat, wird dies wohl nicht abweisen können.

Die hierauf beruhende Unzweckmässigkeit der Miller'schen hexagonalen Symbole besteht nicht nur, wie Herr v. Fedorow meint, für die Gruppen mit einer sechszähligen Hauptaxe, sondern auch für die beiden Gruppen der trigonal- und ditrigonal-bipyramidalen Krystalle, für welche die auf der dreizähligen Axe senkrecht stehende Fläche eine Symmetrieebene ist. Wenn also für das hexagonale System Symbole bestünden, welche den drei zuerst angeführten Bedingungen ebenso gut genügten (wir werden sehen, dass die Bravais'schen Symbole es noch besser thun), als die Miller'schen, aber ebenso, wie die Symbole der übrigen Systeme, die von dem Symmetriegesetze herrührende Bedingung ebenfalls vollkommen erfüllten, so würden dann die Miller'schen hexagonalen Symbole aufhören zulässig zu sein.

Die analytische, rechnerische und constructive Zweckmässigkeit der Millerschen Symbole im Allgemeinen hat principiell mit der Wahl der Fundamentalkanten nichts zu thun; sie ist allein eine Folge der Natur der Indices, welche für die Flächen den Ebenen- und für die Kanten den Punktcoordinaten direct proportional sind. Wir können und müssen deshalb immer die Fundamentalkanten so wählen, dass der Symmetriebedingung Genüge geleistet werde; und wenn diese mehr als drei Fundamentalkanten erfordert, so wird man immer eine möglichst kleine Anzahl überzähliger Fundamentalkanten und möglichst viel rechte Winkel einzuführen versuchen. Für die Rechnung werden dann die überzähligen Indices einfach weggelassen; ihre Berechnung aus den drei Hauptindices statuirt wieder eine den Fundamentalkanten aufzuerlegende Forderung, nämlich die, dass diese Berechnung eine möglichst einfache sei. Zwar gestatten die gewöhnlichen Kantensymbole die Einführung überzähliger Fundamentalkanten nicht; aber gerade in dem einzigen System, wo die Symmetrie eine solche Einführung bedingt, sind die mit einer beliebigen Anzahl Fundamentalkanten vereinbarten affinen Kantenindices rational und höchst zweckmässige Bestimmungsgrössen. Folgende Betrachtungen sind den symmetrischen Fundamentalkantensystemen gewidmet.

Der Bedingung, dass die Symbole krystallographisch sein müssen, wird durch die Wahl eines krystallographischen Fundamentalkantensystems genügt, welches letztere als ein solches definirt werden kann, das durch jede Symmetrieoperation der betreffenden krystallographischen Gruppe in sich selbst übergeht. Hiernach wird man als Fundamentalkanten sämmtliche Kanten irgend welcher Anzahl einfacher Kantenformen der betreffenden Gruppe wählen, und die relativen Einheiten der Kanten verschiedener Kantenformen (sämmtliche Kanten ein und derselben Form besitzen dieselbe Einheit) mittelst irgend einer wenigstens eine Kante jeder Fundamentalkantenform schneidenden Fläche bestimmen. Man würde hierzu am zweckmässigsten ein System gleichwerthiger Pinakoidalflächen (sämmtliche Würfelflächen, die tetragonale und hexagonale Basis, je ein rhombisches und das monokline Pinakoid) wählen, sobald darin keine der Fundamentalkanten liegt. Man hat dann in

$$F \equiv (\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3 \ldots\ldots,\ \beta_1\ \beta_2\ \beta_3 \ldots\ldots,\ \gamma_1\ \gamma_2\ \gamma_3 \ldots\ldots,\ \delta_1\ \delta_2\ \delta_3 \ldots\ldots,\ \ldots\ldots)$$

das Symbol der einfachen Flächenform, deren Hauptfläche

$$f \equiv \{\alpha_1 \alpha_2 \ldots\ldots, \beta_1 \beta_2 \ldots\ldots, \gamma_1 \gamma_2 \ldots\ldots, \delta_1 \delta_2 \ldots\ldots, \ldots\ldots\}$$

ist, wobei die Klammer ( ) bedeutet, dass innerhalb des Symbols von f alle, sämmtlichen Symmetrieoperationen der betreffenden krystallographischen Gruppe entsprechenden Substitutionen auszuführen sind. Die α, die β, ... sind die den Kanten je einer Fundamentalkantenform entsprechenden Indices; die Anzahl der α braucht also nicht gleich der Anzahl der β, u. s. w. zu sein, wie denn nicht alle Formen derselben Gruppe dieselbe Anzahl Elemente besitzen.

Bekanntlich sind nur drei von diesen Indices sowohl von einander unabhängig als auch zur Bestimmung der Flächen nothwendig, sobald die entsprechenden Fundamentalkanten nicht in ein und derselben Fläche liegen. Es liegt also nahe, durch besondere Wahl der einfachen Kantenformen i_α, i_β, ... jenes Symbol zu vereinfachen, zu welchem Zweck man sich durch folgende Erwägungen leiten lassen kann.

Eine Symmetrieaxe resp. die Normale einer Symmetrieebene, stellt die Vereinigung von doppelt so vielen resp. ebenso vielen Kantengeraden*) dar als die Zähligkeit ihrer Symmetrie beträgt, je nachdem sie in einer Symmetrieebene liegt resp. senkrecht auf einer geradzähligen Axe steht oder nicht, wobei zweimalige Verdoppelung nur dann eintritt, wenn Symmetrieebene und geradzählige Axe von einander und von den übrigen Symmetrieelementen der Gruppe unabhängig vorhanden sind (z. B. tetraëdrische Hemiëdrie). Ist jene Symmetrieaxe ungeradzählig und steht sie auf einer Symmetrieebene senkrecht, so muss ihre Zähligkeit wieder verdoppelt werden, um die Anzahl der mit ihr zusammenfallenden Kantengeraden zu erhalten. Es wird also dadurch, dass man die dem Index α_1 entsprechende Fundamentalkante i_1 parallel einer solchen Geraden wählt, die Anzahl n der den Kanten einer allgemeinsten einfachen Kantenform i_α entsprechenden Indices α auf n/m reducirt, wo für m nach obiger Regel die vierfache, doppelte oder einfache Zähligkeit der Symmetrie jener Geraden zu setzen ist. Die Zahl n/m stellt die Anzahl Geraden dar, auf welchen nun die der Fundamentalkante i_1 gleichwerthigen Kanten (Symmetrieaxen oder Normalen von Symmetrieebenen) zu liegen kommen. Auf analoge Weise reducirt man die Anzahl der Kanten derjenigen Kantenform, auf welche sich die β beziehen, u. s. w., sobald mehrere Gruppen von gleichwerthigen Symmetriegeraden vorhanden sind.

Durch Anwendung dieser Erwägungen auf das tesserale System findet man, dass die drei gleichwerthigen, auf einander senkrecht stehenden, vier- oder zweizähligen Axen ein krystallographisches Fundamentalkantensystem bilden. Da sie drei an der Zahl und nicht complanar sind, so braucht keine weitere Kantenform als fundamental eingeführt zu werden. Die Flächen- resp. Flächenformsymbole lauten hier

$$f \equiv \{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3\}$$
$$F \equiv (\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3)\,.$$

In der tetragonalen Holoëdrie verfügt man höchstens über zwei gleichwerthige Axengeraden, und zwar sind zwei Sätze solcher vorhanden. Wählt man einen derselben als Fundamentalform für die α, so reduciren sich diese auf α_1, α_2, und die Fläche f ist damit noch nicht bestimmt. Der andere Satz gleichwerthiger

*) Eine Symmetrieebene ist ein zweizähliges Symmetrieelement. Wir werden von Kantengeraden sprechen, wenn der Richtungssinn der Centralkantenrichtung nicht in Betracht kommt.

Axengeraden ist mit dem vorigen complanar, hebt also keineswegs die Unbestimmtheit auf. Man verfügt aber noch über die Hauptaxe, für welche $n/m = 8/8 = 1$, wodurch die β sich auf β_1 reduciren, und die Symbole werden

$$f \equiv \{\alpha_1 \alpha_2 \beta_1\}, \quad F \equiv (\alpha_1 \alpha_2 \beta_1).$$

Ein solches Fundamentalkantensystem ist also das denkbar einfachste, welches die tetragonale Holoëdrie zulässt, und genügt zugleich allen an die Symbole zu stellenden Forderungen. Es wäre überflüssig, den Beweis zu führen, dass dies auch für sämmtliche meroëdrische Gruppen des tetragonalen Systems gültig bleibt.

Man findet analog für die hexagonale Holoëdrie, wo $n = 12$ ist, dass jeder Satz basaler Axengeraden, für welche $n/m = 12/4 = 3$, die Fundamentalkanten z. B. der α liefert, dass sie aber als complanar die Fläche f nicht bestimmen. Man führt dann die Hauptaxe, $n/m = 12/12 = 1$, ein als einzige Kante für die β und erhält die Symbole

$$f \equiv \{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \beta_1\}, \quad F \equiv (\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \beta_1),$$

welche durch Weglassen von α_3 zu vollkommenen, analytisch allen übrigen dreizähligen Symbolen ebenbürtigen Symbolen werden. Für die übrigen Gruppen mit einer sechszähligen Hauptaxe und für die zwei trigonal-pyramidalen Gruppen giebt es keine einfacheren Symbole resp. Fundamentalkantensysteme, welche der krystallographischen Bedingung genügen. Aber auch für die zwei eigentlich rhomboëdrischen Gruppen und für die drei, welche eine dreizählige Hauptaxe und weder Hauptsymmetrieebene noch Symmetriecentrum besitzen, ist ein solches Fundamentalsystem höchst zweckmässig, da es die Beziehungen erkennen lässt, welche jene Gruppen mit den rein hexagonalen verbinden, was in der beschreibenden und physikalischen Krystallographie so wichtig ist. Die Einfachheit der Axenwinkel ($\cos(i_\alpha i_\beta) = 0$, $\cos(i_\alpha i_\alpha) = \pm \frac{1}{2}$) lässt ein solches Fundamentalsystem als das allervortheilhafteste erscheinen, da die Vierzähligkeit desselben nur scheinbar eine Unbequemlichkeit ist, wie man glauben könnte.

Ebenso wie in den behandelten würde man in den übrigen Systemen verfahren, um die einfachsten Fundamentalkantensysteme zu ermitteln. Bei letzteren wird man meistens drei Arten Kantenformen i_α, i_β, i_γ einführen müssen, da sämmtliche Symmetriegeraden unter sich ungleichwerthig sind. Im monoklinen System, wo die allgemeinste Kantenform nur auf zwei Geraden liegt, darf man indessen eine solche als Fundamentalform, der α z. B., wählen. Um das Fundamentalkantensystem dreizählig zu vervollständigen, darf man keine weitere allgemeinste Form, wohl aber eine in der Symmetrieebene liegende resp. auf der Symmetrieaxe senkrecht stehende Kantengerade nehmen, welche als die Vereinigung der zwei gleichwerthigen Geraden der allgemeinsten Form anzusehen ist. Die Symmetrieaxe, in der Ebene je zwei gleichwerthiger Kanten liegend, wäre in diesem Fall als dritte Fundamentalkante nicht annehmbar. Dieses monokline Axensystem zweiter Art, wie es genannt wird, führt uns auf eine noch nicht ausdrücklich erwähnte Vereinfachung des allgemeinen krystallographischen Symbols.

In den früher erwähnten Vereinfachungen gelangte man immer (ausser im ›sseralen System) auf Kantenformen i_α, i_β, ... welche, jede für sich, keine r Krystallbeschreibung ausreichende Anzahl Fundamentalkanten lieferte, so ›s man zwei resp. drei jener Formen in Anspruch nehmen musste. Wenn

aber die Anzahl der nicht complanaren gleichwerthigen Kanten einer Symmetriegruppe grösser als 2 ist, so kann man die aus diesen Kanten gebildete Form i_α zum Fundamentalkantensystem wählen und braucht dann keine weiteren Formen $i_\beta, \ldots$ zur Beschreibung eines Krystallcomplexes jener Gruppe. Nun besteht die weitere Vereinfachung des allgemeinen Symbols (s. S. 597) darin, dass man eine nicht mit einer Symmetriegeraden zusammenfallende Fundamentalkantengerade i_1 in eine unter mehreren gleichwerthigen Symmetrieebenen, resp. in eine unter mehreren, auf gleichwerthigen geradzähligen Symmetrieaxen senkrecht stehenden Flächen legt. Dadurch vereinigen sich in jeder solchen Ebene je zwei Kantengeraden i_α, und es reducirt sich ihre allgemeine Zahl n auf $n/2$. Dies setzt voraus, dass wenigstens eine Art der erwähnten ausgezeichneten Flächen vorhanden ist; im Gegenfall ist die Anzahl n der gleichwerthigen Kantengeraden, welche nicht mit Symmetriegeraden zusammenfallen, nicht reducirbar, sobald man verlangt, dass sie nicht complanar werden. War $n \gtreqless 6$, so wird $n/2 \gtreqless 3$ und die reducirte oder specielle Kantenform bildet für sich ein vollständiges Fundamentalkantensystem. Aus der Grösse von n ist ohne weiteres ersichtlich, dass ein solches nur im trigonal-rhomboëdrisch-hexagonalen, im tetragonalen und im tesseralen System vorkommen kann. Wir lassen letzteres erklärlicherweise ausser Acht, und wenden uns dem ersten zu, dem sich das tetragonale der Analogie wegen innig anschliesst. Unterzieht man die hexagonale Holoëdrie diesem Verfahren ($n = 12$, $n/2 = 6$), so erhält man ein aus den Polkanten einer hexagonalen Pyramide bestehendes Fundamentalkantensystem, welches auch jeder anderen eigentlich hexagonalen Gruppe zukommt, da es als durch die Symmetrie der Hauptaxe allein erzeugt gedacht werden kann. Es ist aber auch das denkbar einfachste gleichwerthige Fundamentalsystem eines Complexes mit einer sechszähligen Hauptaxe.

Geht man nun zu den Gruppen mit einer dreizähligen Hauptaxe über, so ist einleuchtend, dass den ditrigonal-bipyramidalen Formen dasselbe einfachste gleichwerthige Fundamentalsystem zukommt, wie den trigonal-bipyramidalen. Wegen der Verbindung der Hauptsymmetrieebene mit der ungeradzähligen (dreizähligen) Hauptaxe ist aber hier die specielle Kantenform mit einer hexagonalen identisch, so dass in dieser Beziehung jene beiden meroëdrischen Gruppen nicht von den eigentlich hexagonalen zu trennen sind. Die specielle, nicht complanare Kantenform der durch die Verbindung der dreizähligen Hauptaxe mit dem Symmetriecentrum charakterisirten rhomboëdrischen Gruppen besteht aus den drei Polkanten eines Rhomboëders. Das ist das Miller'sche, für rhomboëdrische Complexe auch das einfachst denkbare gleichwerthige Fundamentalsystem. Die überwiegende Bedeutung der rhomboëdrischen Krystallspecies innerhalb des gesammten hexagonalen Systems hat Veranlassung gegeben, ein solches Fundamentalsystem auf die übrigen Gruppen zu übertragen, dann aber unter Verlust ihrer krystallographischen Bedeutung und Zweckmässigkeit. Durch Legen einer Fundamentalkante in die Basis erhält man dieselbe complanare specielle Kantenform, wie in eigentlich hexagonalen Gruppen; es wird in den rhomboëdrischen Gruppen nämlich dadurch die Anzahl der gleichwerthigen Kanten nicht vermindert, indem die Basis weder Symmetrieebene ist, noch es werden kann. Wollte man den rhomboëdrischen Gruppen ein hexagonales gleichwerthiges Fundamentalsystem zu Grunde legen, so wäre dies deswegen möglich, weil die Kanten des negativen Rhomboëders unter sich gleichwerthig und, zugleich mit denjenigen des positiven und umgekehrt, mögliche Kanten sind. Das Symbol einer Fläche würde dann lauten

$$f \equiv \{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \,,\ \beta_1 \beta_2 \beta_3\}\,,$$

wo die α auf die Polkanten von R und die β auf diejenigen von $-R$ sich beziehen. Die drei Gruppen endlich, welche eine dreizählige Hauptaxe, aber weder Hauptsymmetrieebene noch Symmetriecentrum aufweisen, lassen eben deswegen gleich gut das Fundamentalsystem der bipyramidalen, wie dasjenige der rhomboëdrischen Gruppen zu. Allerdings wäre letzteres das einfachste. Die specielle complanare Kantenform ist dieselbe, wie für jeden eigentlich hexagonalen Complex, deshalb das aus dieser Form und der Hauptaxe bestehende Fundamentalsystem für alle Gruppen des gesammten hexagonalen Systems dasselbe.

Wir kehren zum gleichwerthigen einfachsten Fundamentalkantensystem der hexagonalen Holoëdrie zurück. Betrachten wir als positive Richtungen der sechs Kanten diejenigen, welche mit einer bestimmten (positiven) Richtung der Hauptaxe gleiche Winkel bilden, und werden diese positiven Richtungen fortlaufend von einer derselben ausgehend, mit i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6 bezeichnet, so erhält man in

$$f_1 \equiv \{\alpha_1\, \alpha_2\, \alpha_3\, \alpha_4\, \alpha_5\, \alpha_6\}$$
$$F \equiv (\alpha_1\, \alpha_2\ .\ .\ .\ .\ \alpha_6)$$

das Symbol einer Fläche resp. einer einfachen Flächenform; darin ist α_1 der Index bezüglich i_1 u. s. w. Durch Ausführung der durch die Klammer ( ) bedingten Symmetriesubstitutionen der hexagonalen Holoëdrie erhält man folgende Tabelle:

	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6
f_1	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
f_2	α_2	α_1	α_6	α_5	α_4	α_3
f_3	α_6	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
f_4	α_3	α_2	α_1	α_6	α_5	α_4
f_5	α_5	α_6	α_1	α_2	α_3	α_4
⋮	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
f_1'	$-\alpha_1$	$-\alpha_2$	$-\alpha_3$	$-\alpha_4$	$-\alpha_5$	$-\alpha_6$
⋮	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

wobei die oberen Flächen $f_1 f_2$ . . . . fortlaufend in demselben Drehungssinne wie die i nummerirt sind, und f_n' die der Fläche f_n parallele ist; f_1 ist diejenige Fläche, welche dem Hauptschnitte von i_1 im Sinne der Nummerirung am nächsten steht.

Man sieht aus der Tabelle, dass, wenn nur die den Kanten i_1, i_3, i_5 resp. i_2, i_4, i_6 entsprechenden Indices in dem Symbole aufgenommen werden, wie es mit den Miller'schen geschieht, sich sämmtliche Flächen in zwei Gruppen theilen, deren Flächen aus denselben Indiceszahlen bestehende Symbole besitzen. Man kann dann schreiben

$$F_1 \equiv \begin{pmatrix} f_1\, f_4\, f_5\, f_8\, f_9\, f_{12} \\ f_1' f_4' f_5' f_8' f_9' f_{12}' \end{pmatrix} \equiv \overset{i_1\ i_3\ i_5}{(\alpha_1\, \alpha_3\, \alpha_5)} \equiv \overset{i_2\ i_4\ i_6}{(\alpha_2\, \alpha_4\, \alpha_6)}$$

$$F_2 \equiv \begin{pmatrix} f_{11}\, f_2\, f_3\, f_6\, f_7\, f_{10} \\ f_{11}' f_2' f_3' f_6' f_7' f_{10}' \end{pmatrix} \equiv (\alpha_2\, \alpha_4\, \alpha_6) \equiv (\alpha_3\, \alpha_5\, \alpha_1)\,.$$

Worin besteht nun die von Herrn v. Fedorow vorgeschlagene Anpassung der Miller'schen rhomboëdrischen Symbole an das hexagonale System? Derselbe unterdrückt ganz einfach die einem Skalenoëder entsprechende Hälfte der

Flächen, F_2 z. B., und um sie im Symbole anscheinend aufzunehmen, setzt er ganz willkürlich

$$(\alpha_2 \alpha_4 \alpha_6) \equiv - (\alpha_1 \alpha_3 \alpha_5)$$

und schreibt schliesslich

$$F \equiv \pm (\alpha_1 \alpha_3 \alpha_5) ,$$

wobei das im Symbole aufgenommene Skalenoëder F_1 oder F_2 ist, je nachdem die Kanten i_1, i_3, i_5 oder i_2, i_4, i_6 als Coordinatenaxen fungiren.

Ich hoffe hiermit bewiesen zu haben, dass solche Symbole nur scheinbar dreizählig, in Wirklichkeit aber sechszählig sind, und dass diese scheinbare Dreizähligkeit nur durch eine willkürliche und nicht sehr correcte Abkürzung hervorgebracht wird, welcher ohne Zweifel z. B. die Naumann'sche Abkürzung der Weiss'schen Symbole sehr überlegen ist. Will Herr v. Fedorow seine Symbole nicht als eine willkürliche Abkürzung, sondern als den Ausdruck bestehender Verhältnisse aufgefasst wissen, so gelangt man zum Schlusse, dass die eine skalenoëdrische Hälfte auf die Kanten des einen, die andere Hälfte auf die Kanten des anderen, die Fundamentalpyramide zusammensetzenden Rhomboëders bezogen ist. Dann würden die Zeichen + und — auf die positive resp. negative rhomboëdrische Hälfte der Fundamentalpyramide hindeuten.

Dieses Fortlassen dreier Indices, wodurch nicht nur die Symbole unsymmetrisch werden, sondern sogar die Hälfte der Flächen der allgemeinen Form ausgeschlossen wird, würde nur dann berechtigt erscheinen, wenn dadurch die Symbole für die Rechnung fertig ausfielen. Dies thun sie aber nicht; bevor man weiss, ob überhaupt Umwandlung des gewöhnlichen in's reducirte Symbol vorgenommen werden muss, werden Projectionen in Betracht gezogen und die Vorzeichen der Cosinus der Einfallswinkel mehrerer Kanten (anderes bedeutet nicht das Vorzeichen von $p_0 r_0 + p_1 r_1 + p_2 r_2$, siehe eingangs citirte Schrift S. 136) auf der fraglichen Fläche ermittelt. Dann ist aber die arithmetische Umwandlung keine reine Addition. Dagegen sind die echt krystallographischen vierzähligen Symbole immer für die Rechnung fertig, da man allein den dritten resp. ersten Index wegzulassen hat; letzterer wird aber durch reine Addition und um so zu sagen mechanisch aus zwei anderen ohne jede weitere Arbeit abgeleitet.

Es liegt auch nichts der Reducirung der vierzähligen auf dreizählige Symbole im Wege. Erstens kann man den dritten Index eines Bravais'schen Symbols jedes Mal fortlassen, und es wird dann die Zugehörigkeit einer Fläche $\{h_1 h_2 \gamma\}$ zu einer einfachen Form $F \equiv (\beta_1 \beta_2 \gamma)$ dadurch erkannt, dass man $h_3 = -(h_1 + h_2)$ und $\beta_3 = -(\beta_1 + \beta_2)$ bildet und entscheidet, ob die Indices h_1, h_2, h_3 in irgend einer Reihenfolge den Indices β_1, β_2, β_3 absolut genommen gleich sind, resp. ob $\overline{h_1 h_2 h_3}$ sich unter den der betreffenden Meroëdrie zukommenden Symmetriesubstitutionen von $\overline{\beta_1 \beta_2 \beta_3}$ vorfindet. Zweitens kann man auch, wenn die Basalprojectionen von $i_1 i_3 i_5$ zu positiven Bravais'schen Axen genommen werden, und der dritte Index der Bravais'schen Symbole fortgelassen wird,

$$F_1 \equiv \begin{pmatrix} f_1, f_4, f_7, f_{10}, \\ f_1', f_4', f_7', f_{10}' \end{pmatrix} \equiv (\beta_1 \beta_2 \gamma) \equiv (\beta_1 \beta_2 \gamma)_1 ,$$

$$F_2 \equiv \begin{pmatrix} f_9, f_2, f_3, f_8, \\ f_9', f_2', f_3', f_8' \end{pmatrix} \equiv (\beta_2 \beta_3 \gamma) \equiv (\beta_1 \beta_2 \gamma)_2 ,$$

$$F_3 \equiv \begin{pmatrix} f_5, f_6, f_{11}, f_{12}, \\ f_5', f_6', f_{11}', f_{12}' \end{pmatrix} \equiv (\beta_3 \beta_1 \gamma) \equiv (\beta_1 \beta_2 \gamma)_3 ,$$

schreiben, wo man wie bei den Fedorow'schen Symbolen

$$(\beta_1\beta_2\gamma) \text{ durch } (\beta_1\beta_2\gamma)_1,$$
$$(\beta_2 - (\beta_1+\beta_2)\gamma) \quad - \quad (\beta_1\beta_2\gamma)_2,$$
$$(-(\beta_1+\beta_2)\beta_1\gamma) \quad - \quad (\beta_1\beta_2\gamma)_3$$

bezeichnet; schliesslich wird das Symbol von $F = F_1 + F_2 + F_3$

$$F \equiv (\beta_1\beta_2\gamma)_{123}$$

geschrieben. Unter Anwendung des die Anschauung vermittelnden basalen Kantenbüschels wird man dann auch die Theilform F_n bestimmen, der die fragliche Fläche angehört, und, allerdings auf einfachere Weise als bei Herrn v. Fedorow, von den falschen zu den richtigen Symbolen übergehen können. Dies wäre aber nach dem oben über die vierzähligen Symbole Gesagten ganz ebenso unzweckmässig, principiell aber ganz dasselbe, wie es mit den Miller-Fedorow'schen Symbolen geschieht.

Es ist kaum nöthig, zu betonen, dass ein aus dem Bravais'schen durch Fortlassen eines Index dreizählig gewordenes Symbol einer Fläche ein rein analytisches ist und zwar monokliner Natur.

Für die hier vorgetragene Meinung spricht die Verwendung der Bravais-schen Symbole in vielen Arbeiten der Neuzeit, besonders solchen rein theoretischer Natur, wie die Hecht'schen. Und was die Kantensymbole anbetrifft, und solange kein Bedürfniss nach symmetrischen, die Kantenformen auch darstellenden Symbolen vorliegt, wie Herr v. Fedorow meint, so sind diejenigen dreizähligen, welche den durch Fortlassen des dritten Index eines Bravais'schen Flächensymbols dreizählig gestalteten entsprechen, vollkommen analytische und rechnerische Symbole. Für den Gegenfall sei wieder auf die im ersten Theile dieser Notiz erwähnten affinen Indices, welche vollkommen symmetrisch sind und rein mechanisch in die analytischen und umgekehrt verwandelbar sind, hingewiesen. Ihre Zweckmässigkeit und die Einfachheit der Umwandlung macht sie sogar den Miller-Fedorow'schen (Flächen-)Symbolen weit überlegen.

Zum Schlusse sei noch auf die Nachtheile beschreibender und didaktischer Natur hingewiesen, welche Herr Groth in seiner Physik. Krystallogr. II. Aufl., S. 352 bezüglich der Anwendung der Miller'schen Symbole auf das rhomboëdrische Subsystem erwähnt. Und doch sind hier jene Symbole zu Hause!

2. E. von Fedorow (Turjinsk'sche Gruben, Gouv. Perm.): **Die einfachste Form des Universaltischchens.**

Ich habe schon früher zu zeigen versucht (diese Zeitschr. **22**, 230 ff.), wie verschiedenartige Dienste bei petrographischen Untersuchungen das Universaltischchen bietet. Es ist besonders in denjenigen Fällen unersetzbar, in welchen zur Beobachtung Körnchen von solcher Kleinheit vorliegen, dass die Anwendung des convergenten Lichtes nicht mehr ausführbar ist, z. B. bei der Bestimmung der Feldspäthe u. dergl. In den meisten Fällen kommt aber keine grosse Genauigkeit in Frage, sondern hauptsächlich die Bequemlichkeit der Handhabung und die Einfachheit und Billigkeit der Vorrichtung.

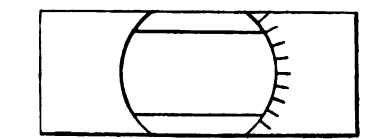
Zu diesem Zwecke liess ich für das hiesige geognostische Museum Universaltischchen einfachster Form construiren. Diese kleinen Apparate besitzen einen einzigen, verticalen Limbus, und ihre Axe ist die immobile Axe J des Universaltischchens. Als zweiter Limbus dient das früher beschriebene Ebonitplättchen mit

runder Oeffnung für die Mikroskoppräparate, welche immer rund und von 2 cm Durchmesser angefertigt werden (s. ebenda S. 290). Man zieht auf dem Präparate selbst in der Richtung eines Radius einen Strich, während in dem Kreise des Plättchens eine Theilung auf zwei Grade angebracht ist.

Der Apparat ist somit ein Universaltischchen des II. Typus, wenn auch von sehr kleinen Dimensionen, nämlich nur eben von solcher Grösse, um dem Ebonitplättchen Raum zu geben.

In dieser Form empfiehlt sich der Apparat am meisten für rasche petrographische Bestimmungen und wird natürlich bei grösserer Verbreitung sehr billig sein.

Bei der Anwendung dieses Apparates wird natürlich auch der Gebrauch der Präparate des neuen Typus (ebenda S. 290) vorausgesetzt. Je mehr ich die Präparate dieser Art gebrauche (gegenwärtig besitzt das hiesige Museum schon mehrere hunderte), desto wärmer kann ich deren Gebrauch empfehlen. Nur scheint mir etwas in der Form der Oeffnung des Ebonitplättchens zu ändern wünschenswerth, und zwar diese Oeffnung nicht kreisrund, sondern verlängert auszuschneiden, wie in der beigegebenen Figur angezeigt ist. Bei solcher Form des Schnittes sind bei der Umdrehung des Präparates selbst seine äussersten Theilchen gut sichtbar. In der Figur ist eine von der linken Seite drückende Feder fortgelassen, welche für die Anwendung dieser Präparate nothwendig ist.



Ich erlaube mir diesen Fall zu benutzen, um auf eine Ungenauigkeit in der Vergleichungstafel des Herrn Michel-Lévy (Étude sur la détermination des Feldspaths pl. VIII) hinzuweisen. Die Uebereinstimmung der Beobachtung an den besten Präparaten ist noch grösser, als in dieser Tafel angezeigt worden ist. Die Lage der optischen Axe *B* ist von mir anders gefunden, als in der Tafel dargestellt ist. Der Pol dieser Axe bildet mit dem Pole der Verticalaxe den wirklichen Winkel $6\frac{1}{2}^{0}$ (ebenda S. 252) und nicht $2\frac{1}{2}^{0}$, wie dies die Tafel von Herrn Michel-Lévy mir zuschreibt.

8. Derselbe: Einfaches Verfahren zur Bestimmung des absoluten optischen Zeichens eines unregelmässigen Mineralkörnchens in Dünnschliffen.

Man weiss, dass bei den Bestimmungen in Dünnschliffen das Zeichen der Doppelbrechung eines Minerals nicht die letzte Rolle spielt. Dabei unterscheidet man das optische Zeichen einer bestimmten Zone und das absolute Zeichen des Minerals selbst. Das letztere ist ein viel wichtigeres Merkmal für die Bestimmung, da 1) das optische Zeichen einer Zone oft ein unbestimmtes ist, und 2), und das ist die Hauptsache, in den meisten Fällen unregelmässige Körnchen vorliegen, und von einer bestimmten Zone keine Rede sein kann.

Gewöhnlich bleiben solche Körnchen unbenutzt, und der Beobachter sucht auserlesene Schnitte auf oder bleibt in Unsicherheit. Das Universaltischchen, welches in so verschiedenartigen Bestimmungen zu Hülfe kommt, leistet auch in diesem Falle ansehnliche Dienste.

Ich beginne mit der Bestimmung des optischen Zeichens der einaxigen und gehe dann zu der der zweiaxigen Krystalle über.

Die Bestimmung des optischen Charakters eines einaxigen Krystalls ist von besonderem Interesse, da jedem solchen ein bestimmtes Zeichen zukommt und

der Fall, welcher demjenigen eines zweiaxigen Krystalls mit dem Axenwinkel 90° entspricht, ausgeschlossen ist. Zu dieser Bestimmung kann man ein beliebiges Körnchen verwenden, und zwar hat man es bei gekreuzten Nicols in die Dunkellage zu stellen und dann das Präparat um beide Ellipsenaxen des Schnittes zu drehen. Im Allgemeinen bleibt bei der Drehung um eine solche Axe die Grösse der Doppelbrechung dieselbe (d. h. sie wächst nur mit der Dicke); bei der Drehung um die zweite Ellipsenaxe nimmt die Grösse der Doppelbrechung ab oder zu*). Die erste Axe ist eine zur Hauptaxe (Axe der isotropen Zone) senkrechte Richtung. Bezeichnen wir den ihr entsprechenden Brechungsindex durch n_o' und den anderen durch n_e', so bleibt nur (mittelst Quarzkeiles oder Gypsblättchens u. dgl.) zu prüfen, ob $n_o' > n_e'$ oder $n_o' < n_e'$. Der erste Fall ist der eines negativen, der zweite der eines positiven Krystalls. Nur für die der isotropen Zone angehörenden Schnitte scheitert dieses allgemeine Verfahren, weil für diese Schnitte die beiden Drehungen Dunkelheit bestehen lassen. In diesem speciellen Falle lässt die Drehung um eine Axe die Grösse der Doppelbrechung unverändert bestehen (oder diese Grösse wächst infolge der Zunahme der Dicke mit dem Neigungswinkel). Die Drehung um die andere Axe macht die Grösse der Doppelbrechung sich vermindern oder wachsen (und zwar in grösserem Verhältniss, als dies von der Zunahme der Dicke abhängt). Somit bestimmt man noch einfacher, ob das Krystallplättchen positiv oder negativ ist. Falls ein zur Hauptaxe senkrechter Schnitt vorliegt, ist um eine beliebige Gerade *A* zu drehen, und für einen schiefen Schnitt zu prüfen, ob die zu dieser Geraden senkrechte Richtung eine positive oder eine negative Ellipsoidaxe ist; dementsprechend wird auch der Krystall selbst positiv oder negativ sein.

Jetzt gehe ich zur Bestimmung des optischen Charakters der zweiaxigen Krystalle über. Bei dieser Bestimmung ist unter allen vorliegenden Schnitten derjenige von grösster Doppelbrechung oder, mit anderen Worten, der der Ebene der optischen Axen möglichst nahe Schnitt auszusuchen. Dann ist das Präparat in möglichst geneigte Lage zu stellen und um die mobile Axe *M* zu drehen, bis es in die Stellung kommt, für welche die Differenz $n_g' - n_p'$ eine möglichst geringe Grösse wird, was sich durch die minimale Doppelbrechung auffinden lässt. Nun dreht man das Präparat in die horizontale Lage zurück und bestimmt den Winkel, welcher die Drehaxe mit der Axe n_g bildet. Ist dieser Winkel klein (d. h. unter 45°), so ist der Krystall positiv; im entgegengesetzten Falle ist er negativ.

Natürlich ist das Verfahren sehr entfernt von einer grossen Genauigkeit, denn sonst hätte man die wirklichen Axenwinkel zu bestimmen. Infolgedessen ist es unanwendbar für die Krystalle, in welchen der Winkel zwischen den optischen Axen 75°—105° beträgt. Aber in diesem Falle kann man sagen, dass der optische Charakter des Krystalls in Wirklichkeit wenig ausgeprägt worden ist. Ist aber dieser Winkel sehr klein oder sehr gross, nähern sich überhaupt die optischen Eigenschaften des gegebenen zweiaxigen Krystalls denen eines einaxigen, so wird die Bestimmung des optischen Charakters immer sicherer und genauer**).

---

*) Oder einfacher: ist die Drehaxe *J* senkrecht zur Hauptaxe gestellt, so bleibt bei der Drehung des Präparates vollkommene Dunkelheit bestehen; bei der Drehung um die senkrechte Axe beobachtet man Aufhellung. Schon früher hatte ich darauf aufmerksam gemacht, dass wir darin ein schönes Mittel besitzen, in unregelmässig gestalteten Körnchen die einaxigen von den zweiaxigen Krystallen zu unterscheiden, für welch letzteren beide Drehungen im Allgemeinen Helligkeit ergeben.

**) Gerade dies ist für viele petrographisch wichtige Mineralien der Fall, z. B. für die Glimmer und Chlorite, dabei bildet das Zeichen der Doppelbrechung ein sehr wich-

Ich möchte hier ein Beispiel folgen lassen. In einem Epidosit wurde ein der Ebene der optischen Axen möglichst naher Epidotschnitt ausgesucht (solche Schnitte zeichnen sich durch die höchsten Polarisationsfarben, ebenso wie durch die kleinsten Dimensionen aus). Derselbe zeigte die grüne Interferenzfarbe III. Ordnung. Dann wurde das Präparat um ca. 50° geneigt und um die Axe M gedreht, bis die niedrigste Polarisationsfarbe auftrat; diese war Violettblau II. Ordnung, und nun ergab sich, dass die Drehungsaxe mit der Axe n_g' 10°—15° bildete. Das Mineral ist also negativ. Dabei ist zu erwähnen, dass der Schnitt nicht ganz genau senkrecht zur Axe n_m war, was in bekannter Weise durch zwei Drehungen um die beiden Ellipsenaxen constatirt wird.

4. **E. von Fedorow** (Turjinsk'sche Gruben, Gouv. Perm): **Ueber die Bedeutung der die Krystallflächencomplexe bestimmenden Parameter (Elemente eines Krystalls).**

Es kann scheinen, dass die hier aufgestellte Frage eine so elementare ist, dass es unthunlich sei, dieselbe in einer speciellen Zeitschrift für Krystallographie zu behandeln. Aber leider muss ich gestehen, dass manche Seiten dieser Frage sogar einigen thätigen Specialisten und eifrigen Forschern nicht ganz klar sind. Dies wird aus dem Folgenden ersichtlich; das Gesagte soll aber zur Erklärung dienen, warum jetzt das Thema zum Gegenstande einer speciellen Untersuchung genommen wird.

Zunächst ein paar Worte über Syngoniearten.

Es ist allgemein bekannt, dass Krystallcomplexe verschiedener Art möglich sind, und je nach der Art derselben unterscheidet man verschiedene Krystallsysteme. Diese verschiedenen Arten der Krystallflächencomplexe werden von mancher Seite als Syngoniearten bezeichnet, und dem will auch ich mich anschliessen. Nur muss ich darauf aufmerksam machen, dass die Bezeichnung »Krystallsystem« eine höchst unzweckmässige ist, trotzdem dass sie seit mehr als einem halben Jahrhundert allgemein angenommen ist, und ich bin sogar der Meinung, dass dieselbe trotz dieses ihres hohen Alters beseitigt werden muss.

In der That soll jede Bezeichnung etwas Bestimmtes aussagen, und verschiedenartige Dinge unter einem und demselben Namen zu lassen, ist sicher unannehmbar; nun sind die sogenannten Krystallsysteme eben verschiedenartige Dinge, infolgedessen selbst die Anzahl und der Umfang dieser Systeme nicht ohne Willkür und von verschiedenen Autoren verschieden angenommen sind. Ich selbst sah bis auf die letzte Zeit in den Krystallsystemen die Symmetriesysteme der reinen Geometrie (Gestaltenlehre); denselben Standpunkt nahm vor mehr als einem halben Jahrhundert Hessel ein. Bei diesem Standpunkte*) ist es nothwendig, das digonale, tetragonale und hexagonale System als die drei ersten Glieder einer unendlichen Reihe anzunehmen, und für das trikline u. dergl. Systeme bliebe dann kein Platz**).

---

tiges Merkmal. Mit solchen Krystallen können wir sogar in ganz derselben Weise verfahren wie mit den einaxigen.

*) In den Elementen der Gestaltenlehre wurde auseinandergesetzt, dass auch eine andere Reihe, und zwar: die monogonale, digonale, trigonale u. s. f. ebenso gut annehmbar ist; aber diese Classification kann für die Krystallographie nicht angewendet werden, da verschiedene Glieder des monogonalen und des digonalen Systems identisch sind und sich in natürlichen Krystallen nicht unterscheiden lassen.

**) Die Unbestimmtheit der jetzt geltenden Eintheilungsgründe ist vielleicht am besten durch Schönflies dargethan, welcher sagt: »Als Eintheilungsgrund kommt

Jeder Krystallograph fühlt aber sehr gut, dass dieses rein geometrische Princip für die Krystallographie nicht direct annehmbar erscheint, und dass es unmöglich ist, dasjenige, was man unter triklinem, monoklinem und rhombischem System versteht, ohne weitere Gliederung in eine Abtheilung zusammen zu fassen. Dementsprechend theilte ich bis jetzt das digonale System in drei »Subsysteme«. Das Princip dieser Eintheilung war aber schon ein anderes, als bei der Eintheilung der Systeme, und zwar das der Syngonie, und ich liess mich in meinen Arbeiten stets von diesem Princip leiten.

Dasselbe ist aber keineswegs ein rein geometrisches, sondern ein echt krystallographisches, da seiner Anwendung die möglichen Krystallflächencomplexe zu Grunde liegen. Wenn wir also, dem Vorschlage Hessel's folgend, die rein geometrischen Symmetrieabtheilungen als Systeme zusammenfassen würden, so ist dasselbe Wort in einem anderen Sinne in der Krystallographie bestehen gelassen, was ganz unmöglich erscheint, besonders wenn man in Betracht zieht, dass die beiden Wissenschaftszweige, ebenso wie der Gegenstand selbst, sich sehr nahe an einander anschliessen.

Dazu trägt noch ein anderer Umstand bei, welcher besonders gut von Denjenigen gefühlt wird, welche sich auch mit den Elementen der Krystallstructurtheorie beschäftigen. Es wären z. B. unzählige Male solche höchst unbequeme und unzweckmässige Ausdrücke anzuwenden, wie »die Punktsysteme des tetragonalen Systems« u. dergl.

Da nach dem Princip der Syngonie die Bezeichnung »Krystallsystem« auch ganz überflüssig ist, und die richtige und einfache, genaue und einwurfsfreie Bezeichnung »Syngonieart« von selbst sich darbietet, ohne Anwendung irgend welcher neuer Wörter, so kann die Sache in diesem Sinne für erledigt gelten.

Zu den Krystallflächencomplexen übergehend, können wir als allgemein bekannt annehmen, dass dieselben durch die »Krystallelemente« bestimmt werden, und dass die Anzahl dieser Krystallelemente für verschiedene Syngoniearten eine verschiedene ist, und zwar sind für die trikline Syngonieart fünf solcher bestimmender Elemente vorhanden, für die monokline drei, für die rhombische zwei, für die hexagonale und tetragonale je eins und für die kubische keins.

Das letzte bedeutet, dass bei der kubischen Syngonieart nur ein einziger, von vornherein streng bestimmter Krystallflächencomplex möglich ist, und dass für die hierzu gehörenden natürlichen Krystalle keine aus der Beobachtung auszusuchenden Constanten nöthig sind, und jede mögliche Fläche ebenso wie jede mögliche Kante des Complexes durch aprioristische, mit Formeln auszudrückende rein geometrische Bedingungen streng bestimmt wird. Ist also ein hierzu gehörender Krystallflächencomplex gegeben, so bleibt es ganz gleichgültig, welche der fünf dieser Syngonieart zukommenden Symmetriearten diesem Complexe eigen ist; er bleibt stets derselbe. Zur Orientirung dieses Complexes genügen drei rechtwinklige Axen, welche als vierzählige Symmetrieaxen angenommen werden können, auch wenn dies für den gegebenen Complex nicht der Fall wäre.

Etwas ganz Analoges gilt auch für andere Syngoniearten, mit dem Unter-

---

in erster Linie die Analogie des symmetrischen Verhaltens in Betracht; daneben sind Speculationen über die Structur der Krystalle, sowie specielle physikalische und schliesslich auch praktische Gesichtspunkte für die Ausgestaltung der üblichen Systematik massgebend gewesen« (Krystallsysteme und Krystallstructur S. 106). Der Gegensatz zwischen streng bestimmter, auf geometrischen Gründen beruhender und der in mehrfacher Beziehung willkürlichen üblichen Eintheilung ist aus den SS. 146 und 148 angegebenen Tabellen desselben Werkes scharf ersichtlich.

schiede, dass für jede derselben bei der gegebenen Orientirung des Flächencomplexes noch einige durch Beobachtung aufzufindende Constanten nothwendig sind. Von der Anzahl dieser Constanten war oben die Rede.

Für tetragonale und hexagonale Symmetriearten ist eine einzige Beobachtungsconstante nothwendig und hinreichend. Dies bedeutet, dass, wenn wir einen gegebenen Complex richtig orientiren (wie gewöhnlich eine Symmetrieaxe (Hauptaxe) vertical aufstellen, und eine der dann horizontalen Axen in der Richtung zum Beobachter uns vorstellen), so genügt es, die Lage einer einzigen (natürlich weder mit der Hauptaxe zusammenfallenden, noch zu ihr senkrechten) Kante oder Fläche aus der Beobachtung zu ermitteln, um alle anderen möglichen Kanten und Flächen des Complexes streng zu bestimmen. Mit anderen Worten: jeder gegebenen Lage einer Kante oder einer Fläche gehört ein einziger Krystallflächencomplex an.

Nur fragt es sich, ob die verticale Axe nothwendig zu diesem Complexe gehört oder ob dies nicht der Fall ist. Es giebt Autoren, welche für die dreizählige Axe eine Ausnahme machen und derselben nicht eine nothwendige Zugehörigkeit, zum hexagonalen Krystallflächencomplexe zuerkennen wollen. Unter diesen Autoren zieht Herr Hecht sogar in seiner letzten Notiz *) die Schlussfolgerung: »Im Allgemeinen ist die dreizählige Symmetrieaxe keine mögliche Krystallkante«. Dies kann keine andere Bedeutung haben, als dass bei einer Lage einer Fläche (oder einer Kante) in dem Krystallflächencomplexe diese Axe dem Complexe angehört, bei der anderen dies nicht der Fall ist. Nun können wir einen gegebenen, in der Natur wirklich existirenden Krystallflächencomplex dadurch sich verändern lassen, dass man die Krystallsubstanz einer Temperaturänderung unterwirft. Wäre die erwähnte Meinung dieses Gelehrten richtig, so erhielten wir das sonderbare Resultat, dass die gewöhnlichsten Flächen, etwa Pinakoide, nur bei einigen bestimmten Temperaturen möglich wären und bei anderen Temperaturen zu den unmöglichen gehören, was jeder Erfahrung widerspricht.

Wir wollen jetzt aber nicht zu der Erfahrung, sondern ausschliesslich zur Mathematik unsere Zuflucht nehmen.

Für denjenigen Fall, in welchem die verticale Axe eine sechszählige Symmetrieaxe ist, hat kein Autor den von mir vertheidigten Satz in Zweifel gestellt. Nun fragt es sich, ob die Syngonie, also auch der Krystallflächencomplex, eine Aenderung erleidet, wenn man die sechszählige Symmetrieaxe durch die dreizählige ersetzt.

Betrachten wir verschiedene Complexe von einer anderen Seite. Für die Bestimmung eines solchen ist bekanntlich das Vorhandensein von vier Flächen (resp. Kanten) nöthig, von welchen keine drei einer Zone angehören. Wenn also ein Flächencomplex (für symmetrischere Syngoniearten) durch eine geringere Anzahl von Flächen sich genau bestimmen lässt, so bedeutet dies, dass in dem Complexe irgend welche Flächen constanter Lage von Anfang an anzunehmen waren. Diese Flächen können irgend einer durch Syngonieart fest fixirten Zone angehören, und dann bleibt für die Bestimmung der Lage der Fläche eine einzige Constante nothwendig und hinreichend, oder die Fläche hat eine allgemeine Lage, und dann sind für diese Bestimmung zwei Constanten nöthig und hinreichend.

Ich erlaube mir für sämmtliche Syngoniearten diejenige Orientirung der Krystallflächencomplexe anzunehmen, welche von mir 1887 bei der Einführung

---

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1894, **1**, 278.

des neuen Systems von krystallographischen Berechnungen zu Grunde gelegt und später in allen meinen Arbeiten gebraucht wurde*).

Eine mögliche Kante (verticale resp. Hauptsymmetrieaxe, falls solche vorhanden ist) wird in verticaler Stellung, und eine durch diese Kante hindurchgehende mögliche Fläche (erstes Pinakoid) wird von links nach rechts vertical gestellt gedacht. Somit ist eine einzige Fläche und eine einzige Zone in fest fixirter Lage als constant anzunehmen. Für die Bestimmung des Krystallcomplexes können wir in der fixirten verticalen Zone noch eine Fläche bestimmen, wozu eine Constante nöthig ist; in dieser Zone sind somit zwei bestimmende Flächen angenommen, die dritte Fläche derselben Zone wird schon nicht zu den bestimmenden gehören. Es bleibt also nichts mehr übrig, als den Complex durch irgend welche zwei Flächen von allgemeiner Lage zu bestimmen; für jede derselben sind zwei Constanten nöthig; zusammengenommen fünf Constanten, welche als die Elemente des Krystalls bezeichnet werden mögen.

Für monokline Syngonie ist ausser der verticalen Kante und der verticalen Fläche noch eine horizontale Kante nothwendigerweise eine mögliche (weil sie als zweizählige Symmetrieaxe angesehen werden kann). Es existiren also zwei fest fixirte Zonen, deren Axen [010] und [001] sind. Demgemäss ist ausser (100) noch (010) als fest fixirte Fläche anzunehmen, für welche keine besonderen Constanten nöthig sind. Ausserdem können wir noch eine in der horizontalen Zone liegende Fläche fixiren, für welche eine einzige Constante nothwendig ist, und es bleibt noch übrig eine Fläche von allgemeiner Lage zur Bestimmung hinzuziehen; für dieselbe sind noch zwei Constanten nöthig; zusammengenommen für diese Syngonieart somit drei Constanten.

Für rhombische Syngoniearten sind die Lagen von drei Pinakoiden von vornherein fest fixirt, und diese drei Flächen sind die einzigen drei fest fixirten Zonen, welche eine solche Lage besitzen und für deren Bestimmung keine Constanten erforderlich sind. Nun bleibt für die vollständige Bestimmung des Krystallflächencomplexes eine einzige Fläche von allgemeiner Lage nöthig, also nur zwei Constanten.

Endlich für tetragonale und hexagonale Syngoniearten (für die letzte einstweilen etwa sechszählige Symmetrieaxe angenommen) haben wir ebenso die Flächen (100), (010), (001) resp. (111) und zwei der verticalen Zone angehörende Flächen als von vornherein fest fixirte zu betrachten, und für die Bestimmung des Krystallflächencomplexes ist noch eine einzige Fläche nöthig, aber schon nicht von allgemeiner Lage, weil eine solche immer in einer der fest fixirten Zonen angenommen werden kann, z. B. für tetragonale Syngonie in einer diagonalen Zone [$1\bar{1}0$] und für hexagonale Syngonie in derjenigen von drei horizontalen Zonen, welcher keine bestimmende verticale Fläche angehört. Somit ist für diese Syngoniearten eine einzige Constante nothwendig und hinreichend für die vollständige Bestimmung des Krystallflächencomplexes.

Nun möchte ich die Frage aufstellen, wohin dann diejenigen Complexe gehören, welche durch das Vorhandensein einer dreizähligen Symmetrieaxe gekennzeichnet sind.

Nehmen wir, einigen Autoren folgend, die dreizählige Symmetrieaxe als eine nicht nothwendig mögliche Kante des Krystallflächencomplexes an, so ist die allgemeine, von mir angenommene Aufstellung und Orientirung dieser Complexe

*) Vierte analytisch-krystallographische Studie; s. diese Zeitschr. **21**, 709, auch daselbst S. 682 ff.

nicht mehr anwendbar; die dieser Axe entsprechende Zone wird nicht mehr die fest fixirte sein, ebenso wie die zu der Axe senkrechte Ebene. Die Syngonieart ist somit eine echt trikline, und diese Schlussfolgerung bleibt jenen Autoren noch zur Rechtfertigung übrig.

Ich habe aber schon längst bewiesen, dass diese Axe nothwendig eine mögliche Kante ist, und dass die zu ihr senkrechte Ebene zum Krystallflächencomplexe gehört*). Somit ist die betreffende Syngonieart eine hexagonale, und Alles hier Gesagte gilt hierfür in vollem Grade.

Für sämmtliche Krystallflächencomplexe wurden von mir »Projectivitätsgleichungen« aufgestellt, deren Parameter als Elemente der Krystallflächencomplexe fungiren können, und deren Anzahl direct mit der Syngonieart in Verbindung steht**).

Für die hexagonale Syngonieart wurden folgende Gleichungen aufgestellt:

$$p_0' : p_1' : p_2' = p_0 - p : p_1 - p : p_2 - p, \quad \text{wo } p = \frac{m-1}{3m}(p_0 + p_1 + p_2). \qquad (24)$$

Hier ist m eine aus der Beobachtung zu ermittelnde Constante, p_0, p_1, p_2 sind die Indices der Flächen des gegebenen Complexes und p_0', p_1', p_2' die projectiven Indices derselben Flächen; die ersten sind ganze Zahlen, die zweiten im Allgemeinen irrational. Fragen wir jetzt, ob wirklich mögliche, d. h. dem Flächencomplex angehörende Flächen vorhanden sind, welche eine fest fixirte Lage besitzen und von den Beobachtungsconstanten m unabhängig sind, so giebt uns die Formel direct die Lösung dieser Aufgabe: a) für die Fläche (111) und b) für alle Flächen, für welche $p_0 + p_1 + p_2 = 0$, und diese Gleichung ist bekanntlich für Flächen der verticalen (isotropen) Zone gültig.

Somit kommen wir auf allen Wegen zu einem und demselben Resultate, welches der Meinung Derjenigen direct widerspricht, welche die dreizählige Symmetrieaxe nicht für eine nothwendig mögliche Krystallkante halten.

Ich würde damit, nachdem auch von diesem Standpunkte aus die Unrichtigkeit der Meinung Derer, welche den von mir aufgestellten Satz über dreizählige Symmetrieaxen nicht annehmen wollen, nachgewiesen ist, diese Notiz schliessen, wenn nicht von Herrn Hecht eine neue Vertheidigung seiner früher ausgesprochenen Meinungen und die Behauptung über vermeintliche Ungenauigkeit meines Beweises erschienen wäre***).

Ausser sämmtlichen früheren Beweisen dieses Satzes, welcher, wie es jetzt erhellt, von Herrn Hecht niemals richtig verstanden worden, und ausser der Widerlegung der dem Satze widersprechenden Meinungen, will ich noch direct auf einen in der letzten Bemerkung von Hecht eingeschlichenen Fehler hinweisen.

Auf S. 280 wird gesagt: ich hätte die Annahme $c_1 = c_2 = c_3$ gemacht, also gerade dasselbe angenommen, was bewiesen werden muss, und auf diese Annahme gründe ich meinen Beweis.

---

*) Zwei krystallographische Notizen (russisch; Ref. in dieser Zeitschr. 18, 617), auch diese Zeitschr. 28, 110.

**) Vierte analytisch-krystallographische Studie; auch diese Zeitschr. 21, 709 ff. und daselbst S. 632 ff.

***) Die Verspätung dieser Bemerkungen rührt hauptsächlich von meinen jetzigen Verhältnissen her; der Inhalt der Bemerkungen Hecht's gelangte erst jetzt zu meiner Kenntniss.

Dies ist ganz unrichtig, und darum erlaube ich mir, meinen Ideengang etwas ausführlicher zu reproduciren, mich an die Formel (3) $\cos^3(rx_1) : \cos^3(rx_2) : \cos^3(rx_3) = c_1 : c_2 : c_3$ anschliessend, weil diese von keiner Seite angegriffen wurde.

Soll r eine Symmetrieaxe sein, so bildet sie mit den Geraden x_1, x_2, x_3 gleiche Winkel, folglich ist $\cos^3(rx_1) : \cos^3(rx_2) : \cos^3(rx_3) = 1 : 1 : 1$. Bis jetzt ist von den Grössen c_1, c_2, c_3 keine Rede.

Nun folgt aber auf Grund dieser Formel (3) der Schluss, dass also $c_1 : c_2 : c_3 = 1 : 1 : 1$ (oder $c_1 = c_2 = c_3$), und da $c_1 : c_2 : c_3$ rational sein müssen, so gehört also die angenommene Symmetrieaxe zu dem Krystallflächencomplex.

Nun bleibt mir ganz unverständlich, wie die Sache sich ändern kann, wenn statt $c_1 : c_2 : c_3$ unnöthigerweise die complicirteren Verhältnisse $c_1 r_1'^3 : c_2 r_2'^3 : c_3 r_3'^3$ geschrieben würden, wo alle Grössen rationale Zahlen bedeuten, und gerade in dieser Buchstabenänderung sieht Herr Hecht die Stütze seiner Angriffe, welche er in der zweiten Bemerkung fast wörtlich aus der ersten wiederholt.

Wenn er aber sagt, dass mit dieser Buchstabenänderung auch der Sinn der Formel geändert ist, und zwar dann nicht mehr vier, sondern fünf Kanten mit einbezogen werden, so ist dies nicht zutreffend, da die neueingeführten Grössen nur die ganzen Zahlen sind. Die fünf Kanten stecken schon in meiner anfänglichen Formel, wie man es direct aus deren Herleitung ersieht, und gerade Herr Hecht selbst hatte diese Herleitung ganz genau in seiner zweiten Bemerkung reproducirt, indem er von meiner Formel (a) ausging, wo diese fünf Kanten durch x_1, x_2, x_3, r' und o' bezeichnet worden sind, keineswegs aber von r_1', r_2', r_3' des zweiten Theiles der Gleichung, welche ausschliesslich ganze Zahlen bedeuten.

Zum Schlusse möge die Bemerkung gestattet werden, dass, wenn auch die Meinung Herrn Hecht's von dem geringen Interesse des Satzes richtig wäre, doch jedenfalls die Unrichtigkeit dieses Satzes ein ausserordentliches Interesse und Bedeutung besitzen würde, da dadurch auch die Richtigkeit des Grundgesetzes der Krystallographie in Frage gestellt wäre. Auch sonst stehen die Resultate einer Reihe von speciellen Notizen, ebenso wie einzelne Bemerkungen in Abhandlungen, in welchen Aufgaben anderer Art besprochen werden, mit der Meinung Hecht's nicht in vollem Einklange.

5. V. **Goldschmidt** (in Heidelberg): **Polarstellen am zweikreisigen Goniometer.** — Bei zweikreisigem Messen ist jede Fläche definirt durch zwei Positionswinkel $\varphi\varrho$. Deren Zusammenstellung für die bekannten Formen einer Krystallart bildet die Winkeltabelle. Sie setzt eine bestimmte Aufstellung des Krystalles voraus, d. i. die Wahl eines Pols (Polebene, Projectionsebene) und eines ersten Meridians. Sollen die Resultate der Messung direct mit der Winkeltabelle vergleichbar sein, so ist der Krystall am Goniometer so zu befestigen, dass die Polebene f parallel dem Verticalkreis V ist. Dies gelingt leicht, wenn f oder die zu f senkrechte Zone (Prismen) gut ausgebildet ist. Das Verfahren wurde in dieser Zeitschr. 1893, **21**, 215 angegeben, ebenso das für einen Specialfall (3. S. 216). Für den allgemeinen Fall konnte ich damals ein Verfahren nur mit Zwischenrechnung (S. 216) oder mit Hilfsaufstellung und folgender Transformation (S. 227) angeben.

Doch liefert das Goniometer die Handhabe, die Aufstellung in Polstellung vorzunehmen, sobald die Polfläche irgendwie definirt ist in Bezug auf an dem

Krystall ausgebildete Flächen oder Zonen. Fehlt eine solche Definition, so kann sie durch eine Voruntersuchung (orientirende Messung) gewonnen werden.

Die nachstehenden Verfahren erledigen die wichtigsten Fälle.

Wir wollen folgende Bezeichnungen anwenden:

Ring sei ein System von Flächen (Punkten) gleicher Poldistanz. Der Ring ϱ enthalte die Flächen der Poldistanz ϱ. Der Ring von 90° ist eine Zone (Zonenlinie), der Aequator. Die Ringe sind Kleinkreise der Kugel, entsprechend den Parallelkreisen der Geographie. Sie erscheinen in gnomonischer, sowie in stereographischer Projection auf die Polfläche f als concentrische Kreise um den Pol f. Ist der Krystall normal aufgesetzt, so erscheinen beim Drehen des Verticalkreises die Reflexe des Ringes der Reihe nach am Verticalfaden. Es kann von Ringen um verschiedene als Pol gewählte Flächen bei demselben Krystall die Rede sein. Wir sprechen von Ringen um p_1 um p_2 ...

Einstellen einer Fläche a bedeute: so Richten, dass der Reflex von a im Fadenkreuz erscheint.

Einstellen mehrerer Flächen $a_1 a_2 \ldots$ **in den Ring** heisse ein solches Justiren des Krystalles, dass die Reflexe $a_1 a_2 \ldots$ bei Drehung des Verticalkreises V der Reihe nach am Verticalfaden erscheinen.

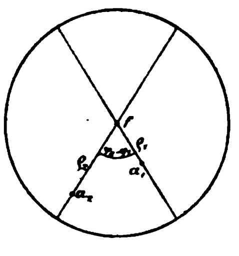
Es sei ferner:	$W_1 W_2$ die zwei Wiegeschlitten (Cylinderschlitten) des Justirapparates.
V = Verticalkreis	$h_1 h_2 h_3 \ldots$ Ablesung an H für die Flächen $a_1 a_2 a_3 \ldots$
H = Horizontalkreis	$v_1 v_2 v_3 \ldots$ - - V - - - -
f = Polfläche	h_0 = Ablesung an H für die Polstellung von V. h_0 sei bekannt resp. durch Versuch bestimmt (vergl. diese Zeitschr. 1893, **21**, 245).

1. Polfläche f definirt durch ihren Winkelabstand $\alpha_1 \alpha_2$ von zwei vorhandenen Flächen $a_1 a_2$.

Ausführung. Man befestigt den Krystall am Träger möglichst richtig und verklemmt den Träger so, dass die Schraube von W_1 der Fläche a_1 gegenübersteht. Dann klemmt man H bei der Marke $h_0 + \alpha_1$ und bringt den Reflex a_1 ins Fadenkreuz durch Drehung von V und W_1. Darauf klemmt man H bei $h_0 + \alpha_2$ und bringt Reflex a_2 ins Fadenkreuz durch VW_2. Zurück zu a_1, Klemmen bei $h_0 + \alpha_1$ und Beseitigen des halben Fehlers durch VW_1, dann wieder Klemmen bei $h_2 + \alpha_2$ und Beseitigen des halben Fehlers durch VW_2. Durch einige Wiederholungen gelingt es, a_1 bei $h_0 + \alpha_1$ und a_2 bei $h_0 + \alpha_2$ durch VH ins Fadenkreuz zu bringen. Dann ist die Polfläche f an ihrem Ort.

2. Polfläche f definirt durch zwei Flächen $a_1 a_2$ von bekannter Position $\varphi_1 \varrho_1$ und $\varphi_2 \varrho_2$.

Ausführung A. Die Poldistanzen $\varrho_1 \varrho_2$ sind $\alpha_1 \alpha_2$ der vorigen Aufgabe. Daher ist das gleiche Verfahren anwendbar. Die Angabe von $\varphi_1 \varphi_2$ neben $\varrho_1 \varrho_2$ enthält eine Ueberbestimmung. Ist die Polstellung vollzogen, so kann die Differenz der Ablesungen $v_1 v_2$ als Controle dienen, indem $v_2 - v_1 = \varphi_2 - \varphi_1$. Die Ueberbestimmung führt zu einem Widerspruch, wenn die Ausbildung von $a_1 a_2$ nicht so ist, wie sie die Positionen $\varphi_1 \varrho_1$ und $\varphi_2 \varrho_2$ verlangen. Die Art des Ausgleiches richtet sich nach dem vorliegenden Fall.



Ausführung B. Oft ist $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ zuverlässiger als ϱ_2, z. B. $\varphi = 60°, 90°, 120°, 180° \ldots$ durch die Symmetrie des Systems. Dann ist die Ausführung folgende: Klemmen bei $h_0 + \varrho_1$ und Einstellen von a_1 durch VW_1. Die Ablesung an V sei v_1. Klemmen von V bei $v_1 + \varphi$ und Einstellen von a_2 durch

HW_2. Wiederholen beider Operationen unter jedesmaliger Beseitigung des halben Fehlers. Nun liefert ϱ_2 Ueberbestimmung und Controle.

3. Polfläche f definirt als Pol des Ringes $a_1 a_2 a_3$, mit anderen Worten: f soll von den Flächen $a_1 a_2 a_3$ gleichen Winkelabstand haben.

Ausführung. Aufsetzen des Krystalles möglichst richtig und so, dass Schraube W_1 der Fläche a_1 gegenüber steht. Einstellen der Reflexe $a_1 a_2 a_3$ durch HV. Die Ablesungen an H seien $h_1 h_2 h_3$. Klemmen von H bei $h' = h_1 + h_3 - h_2$. Einstellen von a_1 durch V und W_1, dann von a_3 durch VW_2. Beide lassen sich in den Ring h' einstellen durch wiederholte Correctur des halben Fehlers für a_1 durch VW_1, für a_3 durch VW_2. Reflex a_2 erscheint noch ausserhalb des Ringes. Einstellen von a_2 durch VH. Ablesung an H sei h_2'. Wir erhalten die zweite Näherung durch Klemmen von H bei $h'' = 2h' - h_2'$. Einstellen von $a_1 a_3$ in Ring h'' wie oben. Durch wenige Wiederholungen dieses Näherungsverfahrens kommen $a_1 a_2 a_3$ in den Ring, dessen Pol f ist.

Beispiel. Reguläres, hexagonales, tetragonales, rhombisches System: drei Flächen derselben Spitze einer Pyramide, Rhomboëder, Skalenoëder ... ausgebildet.

4. Polfläche f definirt durch zwei Flächen $a_1 a_2$ gleicher und bekannter Poldistanz ϱ.

Ausführung. Aufsetzen so, dass W_1 gegenüber a_1. Klemmen bei $h_0 + \varrho$. Einstellen von a_1 durch VW_1, dann von a_2 durch VW_2. Abwechseln beider Operationen unter Correctur des halben Fehlers, bis $a_1 a_2$ beide im Ring ϱ.

Beispiel. Reguläres System zwei Oktaëderflächen, Calcit zwei Spaltungsflächen ...

5. Polfläche f definirt durch zwei Flächen $a_1 a_2$ gleicher, aber unbekannter Poldistanz und eine Fläche a_3 von bekannter Poldistanz ϱ_3.

Ausführung. Anheften so, dass W_2 gegenüber a_3. Klemmen von H auf $h_3 = h_0 + \varrho_3$. Einstellen von a_3 durch VW_2. Einstellen von a_1 und a_2 durch VH. Sie geben die Ablesungen $h_1 h_2$. Klemmen von H bei $\frac{1}{2}(h_1 + h_2)$. Einstellen von $a_1 a_2$ in den Ring durch $VW_1 W_2$. Dann wieder Klemmen bei h_3, Einstellen von a_3 durch VW_2. Einstellen von $a_1 a_2$ durch VH. Ablesen $h_1' h_2'$. Klemmen bei $\frac{1}{2}(h_1' + h_2')$ und Einstellen von $a_1 a_2$ in den Ring durch $VW_1 W_2$. Durch wenige Wiederholungen der beiden Operationen wird erreicht, dass bei Ablesung h_3 für a_3 die Flächen $a_1 a_2$ in den Ring eingestellt sind, d. h. gleiche Poldistanz haben. Dann ist f an seinem Ort.

Beispiel. Calcit mit zwei zusammengehörigen Skalenoëder- oder Rhomboëderflächen und eine Spaltungsfläche.

6. Polfläche f im Schnitt zweier Zonen $Z_1 Z_2$.

Ausführung. Anheften so, dass die Kanten beider Zonen möglichst $\parallel V$ laufen und dass, wenn Kante Z_1 senkrecht steht, Schraube W_1 oben, W_2 seitlich ist. Justiren von Z_1 durch VW_1, so dass bei Drehung von H die Reflexe am Horizontalfaden hinwandern. Dann Justiren von Z_2 auf H durch VW_2. So abwechselnd unter Beseitigung des halben Fehlers. Beim Justiren der Zone wird stets die obere (untere), nicht die seitliche W-Schraube gebraucht.

7. Polfläche f in Zone Z. Ausserdem in Z eine Fläche a von bekannter Poldistanz ϱ.

Ausführung. Befestigen so, dass die Zonenkante $\parallel V$, W_1 oben oder unten, wenn Zonenkante $\perp H$. Justiren von $Z \perp H$ durch VW_1. Klemmen bei $h_0 + \varrho$.

Einstellen von a durch W_2 an den Verticalfaden. Abwechseln beider Operationen unter Correctur des halben Fehlers.

Anm. Die Aufgabe hat zwei Lösungen, so lange nicht bekannt ist, auf welcher Seite von a f liegen soll.

Beispiel. Epidot mit unbestimmten Querdomen und der Hauptspaltungsfläche.

8. Specialfall. Polfläche f definirt durch eine aufrechte Fläche $m = p\infty(hk0)$ und eine Fläche e der Zone mf.

Ausführung. Anheften des Krystalles, so dass $m \perp V$, Zonenkante $\parallel V$, W_1 gegenüber m. Klemmen von H bei $90^0 + h_0$. Einstellen des Reflexes von m durch VW_1. Klemmen von V. Einstellen von e durch HW_2. Beide Operationen wiederholt unter Beseitigung des halben Fehlers bis m bei $90^0 + h_0$ eingestellt ist und e durch Drehung von H an den Verticalfaden kommt.

Anm. Liegt f zwischen m und e, so ist vor Einstellen von e Drehen von V um abgelesene 180^0 nöthig.

Beispiel. Monoklines System. $m = \infty0\,(100)$; $e = p0\,(p01)$. Im regulären, tetragonalen, rhombischen Systeme m ein beliebiges $p\infty$; e eine Fläche der Zone $[p\infty : 0] = [p10 : 001]$. Im monoklinen System ist der Fall besonders wichtig, da hier $0\,(001)$ nicht Polfläche, oft dagegen die Zone der Querdomen vorhanden ist, der f angehört.

9. Polfläche f definirt durch eine Zone Z, darin zwei Flächen $a_1\,a_2$ von gleicher, aber unbekannter Poldistanz.

Ausführung. Anheften so, dass die Zonenkante $\parallel V$. W_1 in der Zonenebene wirkend. Justiren der Zone Z zu H (Kante vertical) durch VHW_2. (Geschieht das Justiren nach a_1a_2, so ist dabei umzuschlagen, d. h. V um abgelesene 180^0 zu drehen, da f zwischen $a_1\,a_2$ liegt.) Einstellen von a_1. Drehen von V um abgelesene 180^0. Ist Z richtig justirt, so erscheint a_2 am Horizontalfaden. Correctur der halben Entfernung des Reflexes vom Fadenkreuz durch W_1, der anderen Hälfte durch H. Correctur der Zonenjustirung durch VHW_2. Wiederholen beider Operationen bis, wenn a_1 eingestellt, dann V um 180^0 gedreht ist, a_2 am Kreuzpunkt erscheint. Dann ist f im Pol.

Beispiel. Rhombisches, tetragonales, hexagonales System. $a_1\,a_2$ zwei gegenüberliegende Pyramiden- oder Domenflächen einer Gesammtform für $f = 0\,(001)$. Monoklines System $a_1\,a_2$ zwei Flächen desselben $0q\{0kl\}$ oder $p\infty\{hk0\}$, wenn $0\infty\,(010)$ Polfläche sein soll.

10. Polfläche f in Zone Z. Ausserhalb Z eine Fläche a von bekannter Poldistanz $\varphi\,\varrho$.

Ausführung. Befestigen des Krystalles wie bei 7. Justiren von $Z \perp H$ durch VW_1. Klemmen bei $h_0 + \varrho$ und Einstellen von a durch VW_2. Abwechseln beider Operationen unter Correctur des halben Fehlers.

Anm. Die Aufgabe hat zwei Lösungen.

Durch Obiges sind einige Hindernisse beseitigt, die der Einführung des zweikreisigen Goniometers im Wege standen.

6. O. Rau (in Zabrze, Oberschlesien): **Ein neutraler Phosphoreisensinter** $5[Fe_2O_3.P_2O_5] + 2[Fe_2O_3.3SO_3] + 60H_2O$.

Im December 1894 wurden im Georgflötz des Steinkohlenbergwerkes Königin Luise Pachtfeld bei Zabrze (Oberschlesien) unweit des aus Schieferthon bestehenden Liegenden mehrere bis dahin nicht beobachtete Mineraldrusen von etwa 20 cm Durchmesser aufgefunden, die mit einer rothbraunen, glasigen, durchsichtigen Mineralsubstanz zum grössten Theile ausgefüllt waren. Die am Rande der Drusen dichte Ausfüllmasse wurde nach der Mitte immer grossporiger,

so zwar, dass die Mitte nur von Lamellen der Substanz durchzogen war. Beim Herausnehmen der Drusen zerbröckelte die Substanz leicht zu mehr oder weniger grobem Pulver. Der Inhalt einer solchen Druse wurde mir durch den königl. Bergmeister Herrn Jokisch zur Untersuchung überlassen. Das Gewicht betrug 160 g.

Etwa die Hälfte der Substanz bestand aus rothbraunen, glasglänzenden, durchsichtigen Stücken bis zu Haselnussgrösse, von muscheligem Bruche, leicht zersprengbar. Härte 3—3,5; spec. Gew. 2,18.

Der Rest war hellgelb bis bräunlich gefärbt, harzähnlich, leicht zu Pulver zerfallend, durch zahlreiche feine Sprünge getrübt, jedoch unter dem Mikroskope durchsichtig. Herr Professor Arzruni hatte die Güte mir mitzutheilen, dass er das Mineral nach seinem Verhalten im Polarisationsmikroskope für amorph hält.

Wassergehalt der lufttrockenen Substanz nicht gepulvert 29,43 und 31,99 %, gepulvert 33,02 und 33,62 %, im Mittel 32,01 % (durch Glühen mit trockenem Bleioxyd). Die trüben Stücke hatten 1,50 % Feuchtigkeit mehr als die durchsichtigen. Letztere verloren, unzerkleinert an der Luft stehend, in 7 Tagen 0,46 % Feuchtigkeit, gepulvert über Schwefelsäure in 10 Tagen 12,11 %.

Wasserverlust der durchsichtigen und der trüben Stücke

	durchsichtig	trüb
bei 100^0	17,69 %	19,27 %
- 150^0	22,03	23,52

jedoch liess sich weder bei 100^0, noch bei 150^0 eine vollkommene Gewichtsconstanz erreichen, ebenso wenig wie beim Trocknen über Schwefelsäure. Die chemische Formel ist deshalb auf den ursprünglichen Wassergehalt des Minerals bezogen.

Die Untersuchung der durchsichtigen, gepulverten Stücke ergab:

	a.	b.	Mittel:
Fe_2O_3	32,05	33,12	32,09 *)
P_2O_5	20,00	20,12	20,06
SO_3	14,38	14,33	14,36
H_2O	33,02	33,62	33,32
			99,83

	Umgerechnet auf den durchschnittlich ermittelten Wassergehalt von 32,01 %:	Molekülverhältniss:	Berechnet für $5[Fe_2O_3.P_2O_5] + 2[Fe_2O_3.3SO_3] + 60H_2O$
Fe_2O_3	32,80	7,0	33,03
P_2O_5	20,51	4,9	20,95
SO_3	14,68	6,3	14,16
H_2O	32,01	60,7	31,86

Fein gepulvert und mit heissem Wasser extrahirt gab das Mineral ab: 0,80 % Fe_2O_3, 0,0 % P_2O_5, 10,72 % SO_3, ohne dass die Extraction der SO_3 vollkommen erschöpft gewesen wäre.

Da die bisher untersuchten Phosphoreisensinter sich sämmtlich durch einen Ueberschuss von Fe_2O_3 als basische erweisen, so dürfte eine besondere Bezeichnung des vorliegenden Minerals als neutraler Phosphoreisensinter vielleicht gerechtfertigt sein.

Neuerdings sind noch weitere Drusen dieses Minerals an der genannten Fundstelle aufgedeckt worden.

*) Gewichtsanalytisch ermittelt; durch Titration wurde 32,77 gefunden.

XXIX. Auszüge.

1. F. Gonnard (in Lyon): **Ueber den Natrolith aus dem Puy-de-Dôme** (Bull. soc. franç. d. min. 1892, **15**, 221).

Zu den gewöhnlichen Formen des Natrolithes, {110}, {111} tritt an den Krystallen von Marman häufig noch {100}, seltener {331} (s. diese Zeitschr. **12**, 649), an denen des »Tour de Gevillat« bei Parentignat {100} und {010} hinzu. Die von Des Cloizeaux angegebene Pyramide {11.10.11} fand der Verf. an beiden Orten nicht selten, gewöhnlich mit sehr ungleicher Grösse oder Unvollzähligkeit ihrer Flächen ausgebildet. Gute Messungen gestatteten namentlich die Krystalle vom Puy-de-Marman; (11.10.11):(111) = 1° 32′ M. (1° 33′ ber.). An diesen erschien neben {111} mit vereinzelten, aber zuweilen sehr grossen Flächen eine sehr nahe stehende Form {40.40.39}, welche genau in der Zone [110, 111] lag und sehr übereinstimmende Werthe bei der Messung lieferte, nämlich:

	Beobachtet:	Berechnet:
(40.40.39):(110)	= 62° 48′	62° 45′
- :(111)	= 0 26	0 35
- :(11.10.11)	= 2 10	2 0

Endlich zeigte eine Stufe von Marman Krystalle, an denen neben {111} mit sehr schmalen, aber glänzenden Flächen beobachtet wurden: {001}, {011} und eine Form, welche wahrscheinlich identisch ist mit der von Brögger angegebenen {34.36.1}.

Ref.: P. Groth.

2. Derselbe: Neue französische Mineralvorkommen (Ebenda 228, 230, 231, 232).

Fibrolith, anstehend im Gneiss von Berbezit, Canton de la Chaise-Dieu; weiss, grau etc., krumm- und verworren-faserig. In Geschieben fand sich derselbe associirt mit rothem Andalusit und körnigem weissen Quarz.

Dumortierit mit Feldspath und Turmalin in kleinen Gängen im Gneiss zwischen Francheville und Brignais, Rhône-Dep. Das Vorkommen ist ganz gleich dem von Beaunan, und das Mineral daher in dieser Gegend wahrscheinlich sehr verbreitet.

Natrolith, feinfaserig, im Basalt des Gergovia.

Analcim, farblose, kleine Ikositetraëder auf Klüften des Dioritporphyrs von Agay im Var.

Pyroxen, in dunkel grasgrünen, sehr grossen Krystallen und körnigen Massen, kleine glänzende Krystalle von Titanit von der Form der im Syenit gewöhnlich vorkommenden, rother Granat, hellbrauner Idokras, endlich sparsam Bleiglanz und Pyrit, bilden mit Orthoklas, stark gestreiftem Oligoklas und Quarz das zum Theil sehr grobkörnige Gestein eines kleinen Hügels nordwestlich von Duerne bei Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône).

Ref.: P. Groth.

3. E. Jannettaz (in Paris): **Ueber ein neues Ellipsometer** (Compt. rend. 1892, **115**, 1021. Bull. soc. fr. min. **15**, 237).

Die Sénarmont'schen Schmelzfiguren auf Krystallflächen erscheinen besonders deutlich begrenzt, wenn sie in schiefer Beleuchtung betrachtet werden. Um diesen Umstand zur genaueren Messung derselben zu benutzen, bringt der Verf. die zu untersuchende Krystallplatte auf eine horizontale Scheibe, deren Drehung gemessen und welche ausserdem durch eine Mikrometerschraube horizontal verschoben werden kann. In der Ebene senkrecht zu dieser Verschiebungsrichtung befindet sich ein schräg gestelltes, um eine jener Richtung parallele Axe drehbares Fernrohr, welches auf die Schmelzfigur eingestellt wird; durch ein drehbares Kalkspathprisma vor dem Fadenkreuze dieses Fernrohres, dessen Hauptschnitt mit dem senkrechten Faden zusammenfällt, kann das Bild der Curve verdoppelt werden. Ist dieselbe genau kreisförmig, so ist die Gerade zwischen den Schnittpunkten beider Bilder in jeder Stellung der Krystallplatte parallel dem Horizontalfaden, bei einer Ellipse dagegen nur dann, wenn die beiden Axen derselben den beiden Fäden parallel sind. Nach Erreichung dieser Einstellung verwandelt man durch Drehen des Kalkspathprismas das Bild wieder in ein einfaches (um grössere Lichtstärke zu haben) und misst den horizontalen Durchmesser der Ellipse, indem man den Krystall mittelst der Mikrometerschraube verschiebt, bis einmal die eine Seite, das andere Mal die andere Seite der Curve von dem verticalen Faden tangirt wird. Zur Messung der zweiten Axe dreht man einfach die den Krystall tragende Scheibe um 90°. Der Theilkreis an dieser Scheibe gestattet zugleich, den Winkel zu messen, welchen eine Axe der Ellipse mit einer die Krystallplatte begrenzenden Kante einschliesst, indem man diese, durch Drehen der Scheibe um ihre verticale und des Fernrohres um seine horizontale Axe, mit dem Horizontalfaden zur Deckung bringt. Diese Methode gestattet, sehr kleine Abweichungen der Schmelzfigur von der Kreisform zu erkennen und die Axen derselben sehr genau zu messen; dieselbe diente zu den in dieser Zeitschr. **24**, 522 f. wiedergegebenen Messungen.

Ref.: P. Groth.

4. L. Michel (in Paris): **Darstellung des Melanit und des Titanit** (Compt. rend. 1892, **115**, 830. Bull. soc. fr. d. min. **15**, 254).

Ein Gemenge von 10 Th. Titaneisen (35—40 % TiO_2), 10 Th. Schwefelcalcium, 8 Th. Kieselsäure und 2 Th. Kohle, 5 Std. im Graphittiegel bei 1200° geschmolzen, liefert bei langsamer Erstarrung eine poröse schwarze Masse mit Krystalldrusen folgender Substanzen: 1) Melanit in dunkelbraunen Dodekaëdern von ½ mm Durchm.; spec. Gew. 3,8; Zusammensetzung: 36,45 SiO_2, 9,80 Fe_2O_3, 32,65 CaO (98,90). 2) Titanit in röthlichbraunen, durchsich-

tigen, stark positiv doppeltbrechenden Prismen von 66° 34′, bis 4 mm Länge; spec. Gew. 3,4; Zusammensetzung: 32,10 SiO_2, 40,00 TiO_2, 27,14 CaO, Spuren Fe_2O_3 (99,24). 3) Schwefeleisen von der Zusammensetzung Fe_4S_3 (30,12 S, 69,85 Fe, ber. 30,0 resp. 70,0), in kugeligen Aggregaten kleiner, Markasit-ähnlicher (rhombischer ?), stark gestreifter Kryställchen; dieselbe Substanz bildet mit etwas Kohlenstoffeisen den untersten Theil der Schmelzmasse.

Ref.: P. Groth.

5. Ch. Frossard (in Paris): **Vorkommen des Dipyr und Couzeranit** (Bull. Soc. Ramond d. Bagnères-de-Bigorre, Hts.-Pyrén. 1892, **27**).

Der Verf. giebt eine sorgfältige Zusammenstellung, zum Theil auf Grund eigener Beobachtungen, aller Vorkommen des Dipyr und Couzeranit (= zersetzter Dipyr) in den Pyrenäen; bei Pouzac fand derselbe einen Krystall von $2\frac{1}{2}$ mm Durchmesser mit den Endflächen {111} {101}.

Ref.: P. Groth.

6. Ch. Baret (in Nantes): **Mineralvorkommen der Loire-Inférieure** (Bull. soc. d. sc. nat. de l'Ouest de la France, Nantes 1892, **2**, 131, 151).

In dem durch die Kalkbrüche von Erbray aufgeschlossenen Antimonitgange wurde gelber Antimonocker und Valentinit in strahligen Partien, selten in kleinen Krystallen beobachtet; bei Batz fand sich mit dem Antimonit ebenfalls Stiblith, und ausserdem Rothspiessglanzerz.

Chromglimmer in einem Pyroxengestein von Bouvron.

Aragonit, faserige Aggregate an Stelle von Muscheln, im Grobkalk von Machecoul.

Kappen- und Rauchquarz mit Thon in Spalten des Granit von Orvault; Pseudomorphosen von Quarz, zum Theil hohl, wahrscheinlich nach Kalkspath.

Göthit und Eisenglanz in Quarz von Moye, Cordemais, Gros-Caillou etc. Am letztgenannten Fundorte finden sich auch Einschlüsse von Pyrit in Krystallen; zuweilen ist derselbe bis auf einen Rest von Eisenhydroxyd in dem hexaëdrischen Hohlraume weggeführt.

Baryt als Einschluss in Quarz von Miséri bei Nantes.

Natrolith und Heulandit auf Spalten des Gabbro von Pallet.

Ref.: P. Groth.

7. G. Cesàro (in Lüttich): **Mineralogische Notizen** (Ann. d. l. soc. géol. Belg. Liège 1892, **19**, Bull. 16 f., Mém.).

Spaltbarkeit des Gyps. Der Verf. giebt an, gefunden zu haben, dass die von Reusch beobachtete Gleitfläche β mit (100) identisch sei. Es rührt dieser Irrthum von einer Verwechselung in der Aufstellung des Minerals und einer Unkenntniss der Arbeit von Laspeyres (Tschermak's min. Mitth. 1875, 113 f.) her, durch welche diese Frage bereits erledigt ist. Ausserdem beobachtete der Verf. beim Drücken mit einer kleinen Kugelfläche auf eine Gypslamelle ausser nach dem Faserbruch und dem muscheligen (100) noch das Entstehen von intermediären Sprüngen im spitzen Winkel jener, welche unzweifelhaft nur durch das Alterniren jener beiden hervorgebracht werden, gerade so, wie es bei β der Fall ist (s. Laspeyres l. c. S. 129).

Bildung von Eisenoolith. Wenn man Kreide in einer Lösung von Ferrosulfat an der Luft stehen lässt, so bildet sich bekanntlich Gyps und Kohlensäure. und Eisenhydroxyd wird gefällt. Der Verf. beobachtete in dem letzteren Niederschlage nach dem Trocknen beim Schütteln auf einer schrägen Unterlage kleine Kügelchen, welche aus eisenschüssigem Calciumcarbonat bestanden und besonders zahlreich bei Anwendung einer verdünnten Lösung von Eisenvitriol waren. Er glaubt, dass diese durch die Bewegung der sich entwickelnden Kohlensäure entstanden seien, und dass die natürliche Bildung des oolithischen Limonites aus Kalk durch Einwirkung eisenhaltigen Wassers in der gleichen Weise erklärt werden könne.

Regelmässige Verwachsung von Kalkspath und Quarz. Auf jeder der Flächen $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ eines prismatischen Calcitkrystalles von Chokier erscheint ein Quarzkrystall so aufgewachsen, dass eine Fläche von $\{10\bar{1}1\}R$, nach welcher er tafelförmig ausgebildet ist, parallel der betreffenden Fläche des Kalkspathrhomboëders ist, und die dreizähligen Hauptaxen beider Krystalle in einer zur gemeinsamen Fläche senkrechten Ebene liegen. Eine Ebene der Grundform des Quarzes bildet also jedesmal die gerade Abstumpfung einer Kante der Grundform des Calcits. Dasselbe Verwachsungsgesetz wurde früher von den Fundorten Schneeberg und Eibenstock beobachtet.

Zinkoxydkrystalle aus den Hütten der Vieille-Montagne. Theils tafelförmig mit glatten $\{0001\}$, am Rande die obere Pyramide $\{20\bar{2}1\}$ und die untere $\{10\bar{1}\bar{1}\}$, während $\{000\bar{1}\}$ nicht ausgebildet erscheint, theils prismatische Combinationen: $\{10\bar{1}0\}$, oben: $\{20\bar{2}1\}$ gross, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{0001\}$ glänzend, unten: $\{10\bar{1}\bar{2}\}$, $\{000\bar{1}\}$ matt*):

$$a : c = 1 : 1,6050.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ =	52° 12½′	52° 12′
$(10\bar{1}1):(0001)$ =	—	*61 39
$(20\bar{2}1):(02\bar{2}1)$ =	57 43	58 4
$(20\bar{2}1):(0001)$ =	74 54	74 17 — 74° 54′
$(10\bar{1}\bar{2}):(01\bar{1}\bar{2})$ =	39 44	39 43
$(10\bar{1}\bar{2}):(000\bar{1})$ =	42 49	42 43

Die oft mit sehr ungleich gross entwickelten Flächen ausgebildeten und häufig zu Zwillingen verbundenen Krystalle zeigen folgende Typen: 1) lange dünne Nadeln von grüner Farbe, an denen das Prisma manchmal durch eine sehr spitze vicinale Pyramide ($27c$ — $38c$) ersetzt ist; 2) gelbe Krystalle, an denen ausser den genannten Formen noch $\{11\bar{2}0\}$, zuweilen mit einem ganz vorherrschenden Flächenpaare, und vereinzelte, grosse, aber nur zum Theil ebene Flächen auftreten, deren Messungen auf so complicirte Indices führen, dass dieselben wohl nicht als normale Krystallflächen betrachtet werden können; 3) gelbe Tafeln, ebenfalls mit zwei vorherrschenden Flächen von $\{11\bar{2}0\}$, an deren Kanten mit $\{0001\}$ und $\{000\bar{1}\}$ je zwei Flächen von $\{11\bar{2}\bar{2}\}$ und $\{44\bar{8}5\}$ auftreten, welche mit jenen Prismenflächen 31° 52′ resp. 21° 27′ bilden (ber. 31° 55½′ resp. 21° 16½′); 4) Combinationen $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{20\bar{2}\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}\bar{2}\}$,

*) In der weiterhin folgenden Beschreibung der Zwillinge stellt der Verf. die Krystalle zum Theil umgekehrt. Es wäre erwünscht gewesen, dieselben, durch Feststellung der beiden elektrischen Pole der Hauptaxe nach dem Verfahren von Kundt, consequent zu orientiren. Der Ref.

mit einer vereinzelten Fläche auch {44$\bar{8}$5}, nadelförmig verlängert nach einer Kante [10$\bar{1}$1 : $\bar{1}$101]; 5) Combination {0001}, {10$\bar{1}$0}, {10$\bar{1}\bar{1}$}. Zwillinge nach einer Fläche von {10$\bar{1}$2}: am Typus 4 mit der Zwillingsebene, der Abstumpfung der daselbst erwähnten Kante, aneinandergewachsen, gewöhnlich aber als Durchkreuzungszwillinge ausgebildet, deren Hauptaxen einander fast rechtwinkelig kreuzen ($c : \underline{c}$ = 84° 26′ beob., 85° 38½′ berechnet). Während dieses Gesetz in vielfacher Wiederholung die meisten Gruppirungen der nadelförmigen Krystalle beherrscht, erscheinen ziemlich häufig noch Zwillinge nach einer Fläche von {10$\bar{1}$3}, deren beide Basisflächen 63° 25′ bilden und an denen zwei Flächen von {10$\bar{1}$1} fast in eine Ebene fallen (beob. 6° 52′, ber. 6° 43′); einen derartigen Zwilling hat bereits G. vom Rath beobachtet, aber weniger einfach gedeutet, als der Verf. Ausserdem constatirte der Verf. regelmässige Verwachsungen nach {11$\bar{2}$2} und (nicht ganz sicher) nach {11$\bar{2}$6}. — Spaltbarkeit {10$\bar{1}$0} vollkommen. — Der Brechungsindex ergab sich nach der Methode des Herzogs von Chaulnes = 2 in einer der Axe parallelen Platte von 1 mm Dicke, ohne merklichen Unterschied der beiden Schwingungsrichtungen; mit Benutzung dieses approximativen Werthes ergab sich durch Vergleichung des ersten dunklen Ringes (im rothen Lichte) einer Apatit- und einer Zinkoxydplatte ⊥ zur Axe die Doppelbrechung = 0,021. Eine Platte || der Axe zeigt im convergenten weissen oder *Na*-Lichte sehr schöne Hyperbeln. Die Absorptionsfarbe der Krystalle geht beim Erhitzen durch Gelb, Roth bis zu Dunkelrothbraun, kehrt aber beim Abkühlen wieder zurück.

Bleiglanz von Nil-St.-Vincent. Dieser Galenit, welcher nach Jorissen Tellur enthält, zeigt ausser der hexaëdrischen Spaltbarkeit oktaëdrische Absonderung, ist ziemlich geschmeidig und decrepetirt vor dem Löthrohre nicht, sondern schmilzt ruhig unter Entwickelung von Tellurigsäureanhydrid in der Oxydationsflamme. Aehnliches Verhalten zeigen auch andere Vorkommen, in denen deshalb Antimon vermuthet wurde, welche aber wahrscheinlich ebenfalls Tellur enthalten.

Arsenopyrit von Laifour in den Ardennen: kleine Krystalle {110} {014}, mit Zinkblende und Eisenkies.

Calcit von Seilles. Combination: {10$\bar{1}$1}, {8.8.$\bar{1}\bar{6}$.3} (die für Rhisnes so charakteristische Form), {10$\bar{1}$0}, {11$\bar{2}$0}, {17.8.$\bar{2}\bar{5}$.3} und {8.4.$\bar{1}\bar{2}$.1} (von diesen beiden Skalenoëdern, welche ebenfalls an den Krystallen von Rhisnes vorkommen, wurde die letztere nur an einer eingewachsenen Zwillingspartie, nach (0001), beobachtet).

Ref.: P. Groth.

8. **F. Dussaud** (in Genf): **Brechungsindices des Natriumchlorats** (Arch. d. sc. phys. et nat. Genève 1892, 27, 380—405, 521—535).

Der Verf. führte zuerst eine Bestimmung der Brechbarkeit des krystallisirten chlorsauren Natriums für die *D*-Linie mittelst eines Kohlrausch'schen Totalreflectometers aus, welche so modificirt war, dass man ausser der zu untersuchenden Platte noch eine Vergleichsplatte von Quarz einstellen und so die Temperaturfehler eliminiren konnte; es ergab sich eine mittlere Abnahme des Brechungsindex von 0,0000415 für 1° von 0° aufwärts:

t	Berechnet:	Beobachtet:
0°	n_D = 1,51623	1,51626
7	1,51594	1,51587
15	1,51561	1,51582
24	1,51523	1,51519
32	1,51490	1,51492

Die gleichen Bestimmungen wurden alsdann mit einem Pulfrich'schen Refractometer ausgeführt, wobei die Platte und das Thermometer sich in einer mit Bromnaphtalin gefüllten, auf dem Cylinder angebrachten, cylindrischen Cuvette befanden; es ergaben sich folgende ausgeglichenen Werthe:

t	Berechnet:	Beobachtet:
9°,5	n_D = 1,51579	1,51564
16	1,51534	1,51549
23	1,51485	1,51468—1,51503
27	1,51456	1,51454

Ferner wurden zum Vergleiche zwei Messungsreihen mit dem Abbe-Czapski'schen Instrumente ausgeführt und im Mittel gefunden: n_D = 1,51496 resp. 1,51497 bei 23°, während Messungen mit dem Soret'schen Refractometer bei verschiedenen Temperaturen eine Abnahme von 0,00006 pro Grad und folgende Werthe ergaben:

t	Berechnet:	Beobachtet:
0°	n_D = 1,51648	1,51632
6,8	1,51607	1,51602
16,6	1,51548	1,51564
22,8	1,51511	1,51504
30,3	1,51466	1,51449

Endlich ergab die Prismenmethode den Mittelwerth 1,51498 ber., 1,51495 beob. bei 23°, hierbei wurde das Prisma möglichst vor dem Einflusse der Feuchtigkeit geschützt, da die Politur der Flächen durch diese sehr bald leidet; Prismen, deren Flächen mit Glasplatten bedeckt waren, lieferten stets etwas zu kleine Werthe.

Reducirt man alle bisher angeführten Zahlen auf die Temperatur 23°, so ergiebt sich folgende Uebersicht:

n_D = 1,51525 mit Kohlrausch's Refractometer best.
1,51510 - Soret's - -
1,51485 - Pulfrich's - -
1,51496 - Abbe's - -
1,51498 - der Prismenmethode best.

Die beiden ersten Werthe, mit Benutzung einer Flüssigkeit erhalten, sind offenbar etwas zu hoch; die Differenzen der übrigen dürften wesentlich durch die Schwierigkeit der Herstellung sehr vollkommener und gut polirter Ebenen bedingt sein.

Zur Bestimmung der Dispersion des Salzes bediente sich der Verf. des Apparates von Soret, welcher bekanntlich auch bei kleinen Krystallplatten recht gute Resultate liefert, und benutzte auch dasselbe Vergleichsprisma, welches zu den

Soret'schen Messungen an den Alaunen gedient hatte. Wegen des hier bedeutenden Einflusses der Temperatur wurde das Flüssigkeitsgefäss noch mit einem zweiten umgeben, welches mit einer Kältemischung oder mit Wasser gefüllt und in letzteres Dampf eingeleitet werden konnte, ohne die Beobachtung zu stören. Aus einer grossen Zahl von Messungen zwischen 0° und 30° erhielt der Verf. folgende berechnete Mittelwerthe:

Linie:	bei 0°	bei 28°
a	1,51157	1,51097
B	1,51294	1,51163
C	1,51413	1,51267
D	1,51648	1,51510
b	1,52028	1,51933
F	1,52316	1,52161

Die Aenderung mit der Temperatur ergiebt sich hieraus etwas verschieden; im Mittel (wenn man die weniger genauen Messungen der Linie *a* ausschliesst) = 0,000057 für 1°.

Endlich wurde bei einer Mitteltemperatur von 23° mittelst eines grossen Spectrometers mit Quarzlinsen und mit einem L. Soret'schen fluorescirenden Ocular (einer Aesculincuvette) die Brechungsindices für die folgenden ultravioletten Cadmiumlinien gemessen:

Cd 9	1,53883
Cd 10	1,54242
Cd 11	1,54421
Cd 12	1,54700
Cd 17	1,57203
Cd 18	1,58500

Ref.: P. Groth.

9. A. Brun (in Genf): **Absorptionsspectrum des Almandins** (Arch. sc. phys. nat. 1892, 28, 410).

Die im Edelsteinhandel sehr verbreiteten indischen Almandine zeigen bei einer Dicke von 3 mm zwei intensive Absorptionsstreifen, einen von $\lambda = 582$ bis 567, den anderen von $\lambda = 506$ bis 491, während von 531—518 eine schwache, von 518—506 eine noch schwächere Absorption zu erkennen ist [dieselben dunklen Banden beobachtete 1877 Vogel, s. diese Zeitschr. 1, 415. Der Ref.]. Bei 4 mm Dicke wird der ganze brechbarere Theil des Spectrums von $\lambda = 531$ an absorbirt und nur noch der dunkle Streifen bei *D* sichtbar, bei noch grösserer Dicke wird auch das äussere Roth verschluckt und endlich nur noch gelb durchgelassen.

Für die Brechungsindices wurden gefunden:

	I.	II.
Li-Roth	1,787	1,795
Na-Gelb	1,791	1,800
Tl-Grün	-	1,805
Aeusserstes Blau	-	1,821

Der an solchen Granaten beobachtete Asterismus wird durch eingewachsene mikroskopische Nadeln hervorgebracht, welche 26° Auslöschungsschiefe haben und einander unter 90° oder 60° kreuzen.

Ref.: P. Groth.

10. C. H. Lees (in London): **Ueber die Wärmeleitungsfähigkeit von Krystallen** (Proc. Roy. Soc. 1892, **50**, 422).

Da die früheren Versuche über die Leitungsfähigkeit des Quarzes nach verschiedenen Richtungen von Forbes 1879 und Tuchschmidt 1883 sehr abweichende Resultate ergeben hatten, wandte der Verf. eine andere Methode an, indem er eine Scheibe des zu untersuchenden Krystalles zwischen zwei Metallstäbe, deren Enden behufs besseren Contacts mit der Scheibe amalgamirt waren, brachte und das eine Ende dieser Combination erhitzte. Durch Vergleichung der mittelst eines Thermoelements bestimmten Temperaturvertheilung und derjenigen, wenn beide Stäbe in directem Contact sind, ist die Leitungsfähigkeit der Platte gegeben, wenn diejenige der Stäbe bekannt ist. Im Folgenden sind die gefundenen Leitungsfähigkeiten (auf c., g., s. bezogen) ausser für die untersuchten Krystalle auch für einige andere feste Körper und zum Vergleiche die Resultate früherer Beobachter angegeben.

Quarz ‖ der Axe	0,030	0,026	Tuchschmidt
		0,001	Forbes
- ⊥ -	0,016	0,016	Tuchschmidt
		0,004	Forbes
Kalkspath ‖ -	0,010	0,006	Tuchschmidt
- ⊥ -	0,0084	0,008	-
Marmor	0,0071	0,007	Peclet
		0,001	Forbes
Glimmer ⊥ Spaltfl.	0,0016		
Schiefer	0,0047	0,0008	-
Steinsalz	0,014	0,016	Tuchschmidt
Flintglas	0,0020	0,0014	H. Meyer
Crownglas	0,0024	0,0016	-
Messing	0,27	0,25—0,030	Lorenz u. A.

Ref.: P. Groth.

11. F. A. Genth († in Philadelphia): **Ueber Penfieldit, ein neues Mineral** (Amer. Journ. Sc. 1892, **44**, 260).

In den bekannten, lange Zeit der Wirkung des Seewassers ausgesetzten Schlacken von Laurium fand der Verf. das neue Mineral sehr sparsam in hexagonalen Prismen von höchstens 5 mm Länge und 1 mm Dicke, zum Theil durch beginnende Zersetzung oberflächlich trübe weiss. Die Analysen ergaben:

	I.	II.	Berechnet für $PbO.2PbCl_2$
Cl	18,55	17,94	18,21
Pb	78,25	—	79,73
O	—	—	2,06

Ueber die Krystallform des Minerals s. diese Zeitschr. **28**, 261.

Ref.: P. Groth.

12. W. H. Melville (in Washington): **Mineralogische Notizen** (Bull. U. St. Geol. Surv. 1892, **90**, 38, 65).

Natrolith von Magnet Cove, Arkansas. Prismatische Krystalle der Comb. {110}, {010}, {100}, {111}, begleitet von Feldspath und Aegirin. Specifisches Gewicht 2,261.

SiO_2	47,56
Al_2O_3	26,82
FeO	0,20
CaO	0,13
MgO	0,09
Na_2O	15,40
H_2O bei 100°	0,07
- - 250	0,19
- - 300—350°	3,42
- beim Glühen	5,95
	99,83

Turmalin von Colfax, Nevada Co., Californien. Durchsichtige, fast farblose Nadeln, zu dunkelbraunen radialen Aggregaten zusammengehäuft. Spec. Gew. 3,065. Die nicht ganz vollständige Analyse ergab: 36,40 SiO_2, 33,64 Al_2O_3, 3,13 Fe_2O_3, 1,51 CaO, 10,01 MgO, 0,12 K_2O, 2,49 Na_2O, 0,74 F; Verlust bei 100° 0,02, beim Glühen 3,51, darnach wäre der Gehalt an B_2O_3 = 8,74, während in einer directen Bestimmung 6,52 gefunden wurde.

Spessartin von Llano Co., Texas. Gelbe, derbe Massen mit Quarz, Magnetit und schwarzem Manganoxyd.

SiO_2	35,93
Al_2O_3	18,08
Fe_2O_3	4,60
MnO	31,77
CaO	8,48
MgO	0,96
Alkalien	0,17
Glühverlust	0,39
	100,38

[Diese Zahlen zeigen, dass ausser dem Eisen noch ein kleiner Theil des Mangans als Sesquioxyd vorhanden sein muss, wenn dem Minerale die Granatformel zukommen soll. Der Ref.]

Wismuthglanz vom Rosario District, Staat Sinaloa (Mexico). Grossblättrige Aggregate, welche mit Kupferkies und Quarz in grosser Menge vorkommen und zur Wismuthgewinnung, sowie ihres Gold- und Silbergehaltes wegen ausgebeutet werden. Spec. Gew. 6,624. Analyse: 72,90 Bi, 6,03 Pb, 1,67 Cu, 0,35 Cu, 18,11 S, 0,63 SiO_2, d. h. Beimengungen von Bleiglanz, Kupferkies und Quarz.

Feldspath aus dem Eläolithsyenit von Litchfield, Maine. I. Spec. Gew. 2,56, II. Spec. Gew. 2,622.

	I.	II.
SiO_2	65,14	68,28
Al_2O_3	18,19	19,62
FeO	0,25	0,23
CaO	0,33	0,31
MgO	0,16	0,09
K_2O	14,14	0,39
Na_2O	1,68	10,81
H_2O	0,17	0,09
	100,06	99,82

Ref.: P. Groth.

13. L. G. Eakins und **H. N. Stokes** (in Washington): **Mineralanalysen** (Bull. U. St. Geol. Surv. 1892, **90**, 62).

Heulandit vom Anthracite Creek, Gunnison Co., Colorado. Specifisches Gewicht 2,24.

SiO_2	57,38
Al_2O_3	17,18
CaO	8,07
K_2O	0,40
Na_2O	0,82
H_2O	16,27
	100,12

Gelber Smithsonit von Marion Co., Arkansas.

CO_2	34,68	
ZnO	64,12	
CdO	0,63	
CaO	0,38	
FeO	0,14	
CdS	0,25	jedenfalls mechanisch beigemengt
SiO_2	0,06	jedenfalls mechanisch beigemengt
	100,26	

Ref.: P. Groth.

14. A. Liversidge (in Sydney, N. S. W.): **Australische Mineralvorkommen** (Records of Austr. Museum 2, 1892).

Wismuth. Derb und in dünnen Nadeln krystallisirt von Kingsgate, Glenn Innes, N. S. W.; Begleiter: Quarz, Wismuthglanz, Wismuthspath, Bleiglanz, Eisenkies, Wolfram, Molybdänglanz und Zinnerz. Ausserdem findet sich Wismuth bei Tinga, N. S. W., an den Kangaroo Hills bei Biggenden, Queensland, und am Mt. Ramsay, Tasmanien.

Der Wismuthglanz des ersten Fundortes ist faserig und findet sich sowohl im Quarz der Gänge, als im Nebengesteine (Granit); bei Biggenden kommt das Mineral mit Wismuthcarbonat und Magnetit vor.

Der Molybdänit von Kingsgate kommt in ungewöhnlich grossen Krystallen, hexagonalen Tafeln bis 5½ Zoll Durchm. und bis 3 Zoll Dicke vor, welche meist aus dünnen Tafeln aufgebaut erscheinen.

Enhydros, wahrscheinlich von Spring Creek, Beechworth (Victoria), ausgezeichnet durch ihre Grösse und ihre Polyëderform mit recht ebenen Flächen, welche den Abdruck ebener Begrenzungsflächen der Hohlräume [oder später aufgelöster Calcittafeln? Der Ref.] bilden; die Innenseite der oft sehr dünnen Wände zeigt krystallisirten Quarz. Das eingeschlossene Wasser, Chloride und Sulfate von *Na*, *Mg*, *Ca*, sowie SiO_2 enthaltend, verdunstet oft schon in wenigen Tagen.

Ref.: P. Groth.

15. A. Leuze (in Stuttgart): **Mineralogische Notizen** (Ber. XXV. Vers. d. Oberrhein. geol. Ver. Basel 1892).

Aragonit, nadelförmig, vom Hohen Hewen im Hegau.

Galenit in Oktaëdern, zum Theil mit Malachit überzogen, und als Versteinerungsmaterial in den unteren Gypsmergeln des Keupers bei Heilbronn.

Mineralien von Fariolo bei Baveno: Ausser den bekannten fleischrothen Orthoklasen, meist Zwillinge u. s. w. nach (021), weniger häufig nach (100), nach (001) oder einfache Krystalle, und dem Albit beobachtete der Verf. u. a.: Quarz mit {11$\bar{2}$1}, {51$\bar{6}$1}, {52$\bar{7}$3} (?) und {11$\bar{2}$2}, Laumontit in schönen Drusen bis 3 cm lange Krystalle, Babingtonit in kleinen glänzenden Täfelchen nicht selten, Calcit in verschiedenen Combinationen.

Am Mte. Orfano, 6 km von Baveno, ist der Feldspath weiss; die übrigen Mineralien meist die gleichen, wie bei Fariolo.

Bei Condoglio, gegenüber Ornavasso, 11 km von Baveno, finden sich im Glimmerschiefer sehr grosse, graue bis tombakfarbene Muscovitkrystalle, Prismen von Hornblende, spargelgrüne Krystalle von Apatit, braunrother Granat {110} {211} und kleine lichtbraune Anatase.

Ref.: P. Groth.

16. O. Luedecke (in Halle): **Ueber Heintzit und seine Identität mit Hintzeït und Kaliborit** (Zeitschr. f. ges. Naturwiss. Halle 1892, **64**, 423).

Das vom Verf. und von Milch (s. diese Zeitschr. **18**, 480) untersuchte Mineral wurde 1889 auch von Feit in einer mikrokrystallinen Varietät von Schmidtmannshall bei Aschersleben entdeckt und »Kaliborit« benannt. Dieser fand bei der Analyse die unter I. angegebenen Zahlen, während der Verf. jetzt seinen früheren Glühverlust als ganz aus Wasser bestehend betrachtet und die Zahlen II. für seine Analyse annimmt; seiner Formel $2HBO_2.KBO_2.2MgB_4O_7.8H_2O$ entsprechen die Zahlen unter IV., der Feit'schen Formel: $2K_2B_6O_{10}.9MgB_4O_7.39H_2O$ die unter III.

	I.	II.	III.	IV.
H_2O	24,00	24,08	23,96	23,84
K_2O	6,48	7,39	6,42	6,57
MgO	12,06	12,23	12,28	11,15
B_2O_3	(57,46)	(56,30)	57,34	58,43

Die von Milch l. c. mitgetheilten Werthe weichen hiervon nicht unbeträchtlich ab, und eine directe Borbestimmung fehlt zur Zeit noch vollständig.

Im Uebrigen giebt der Verf. nur eine Vergleichung seiner krystallographischen Resultate mit denen Milch's.

Ref.: P. Groth.

17. W. Feit (in Aschersleben): **Ueber Ascharit, ein neues Borsäuremineral** (Chemikerzeitung 1891, **15**, 327).

Unter den in Schmidtmannshall bei Aschersleben im Kainit und Steinsalz vorkommenden Knollen von Boracit fand der Verf. solche von rein weisser Farbe und geringerem spec. Gew. (1,85—1,95), welche im Wasser nicht zerfallen. Die durch Wasser von den beigemengten Salzen befreite Substanz ergab:

				Berechnet für $3Mg_2B_2O_5.2H_2O$
MgO	48,9	48,7	50,1	49,38
B_2O_3	43,1	43,2	42,1	43,21
H_2O	8,0	8,1	7,8	7,41
	100,0	100,0	100,0	100,00

Das Mineral besteht aus mikroskopischen Körnchen ohne Andeutung von Krystallisation und ist in Wasser fast unlöslich, in Säuren weit schwieriger löslich, als Stassfurtit.

Ref.: P. Groth.

18. H. Schulze († in Santiago, Chile): **Cuprejodargyrit, ein neues Mineral** (Chemikerzeitung 1892, 16, 1952).

Als Umwandlungsproduct des Silberkupferglanzes findet sich auf der Grube San Agustin, Huantajaya bei Iquique, mit Atakamit Ueberzüge und Spaltenausfüllungen des Kalksteins bildend, ein durchscheinendes, schwefelgelbes Mineral, dessen Analyse ergab:

		Berechnet für $CuJ.AgJ$
Cu	15,91	14,84
Ag	25,58	25,30
J	57,75	59,86

Dasselbe ist ausserdem etwas härter und weniger milde als Jodargyrit, von dem es auch durch das Löthrohrverhalten, dem Kupfergehalt entsprechend, abweicht.

Ref.: P. Groth.

19. F. Kreutz (in Krakau): **Ursache der Färbung des blauen Steinsalzes** (Anz. d. Akad. d. Wiss. Krakau 1892, 147).

Der Verf. konnte blaues Steinsalz ohne Entfärbung bis gegen 400° erhitzen, wenn Oxydation verhindert wurde. Schwefelverbindungen als Ursache der Färbung konnte nicht nachgewiesen werden. Durch Erwärmen vor der Flamme entfärbte oder farblose Stücke, längere Zeit im Verbrennungsofen in Wasserstoffgas erhitzt, werden blau und verhalten sich dann, wie ursprünglich blaue. Auch durch Erhitzen mit Natrium kann man farblose Steinsalzkörner blau färben; die Lösung derselben liefert dann blaue Flocken, welche beim Glühen Fe_2O_3 hinterlassen. Da alle untersuchten Steinsalzstücke Reaction auf Eisen gaben, sieht der Verf. der Ursache der Färbung in einer sehr stark blaufarbigen Eisenverbindung.

Ref.: P. Groth.

20. A. Brunlechner (in Klagenfurt): **Descloizit vom Obir in Kärnten** (Carinthia 1892 Nr. 2).

Das früher nur einmal beobachtete Mineral wurde 1891 auf dem Bergbau der Oberschäffleralpe wieder gefunden in einem mit Ocker und Fragmenten von Brauneisenerz gefüllten Hohlraume des festen Kalksteins; die röthlichbraunen oder grünlichen, in und auf den Eisenerzen sitzenden Kryställchen zeigen {111}, selten noch {110} und {011}, und sind oft zu kugeligen Aggregaten verwachsen; ausserdem erscheint das Mineral derb in krummen, schaligen Krusten. Die Analysen ergaben:

	Dunkle Krystalle:	Helle Kryst.:	Derbe Krusten:
PbO	55,85	56,40	56,06
ZnO	19,52	16,86	15,80
MnO	1,16	0,65	0,46
FeO	nicht best.	0,32	2,08
V_2O_5	20,50	22,69	22,50
H_2O	2,58	2,48	2,39
	99,61	99,40	99,29

Ausserdem Cl und als fremde Beimengungen Fe_2O_3, SiO_2, CaO in Spuren; keine P_2O_5 und As_2O_5.

Als ursprüngliche Mineralien in den Hohlräumen sind anzunehmen: Galenit, Zinkblende, Markasit (dessen Formen noch zu erkennen) und Calcit; die Oxydation lieferte Anglesit und aus diesem entstand Vanadinit, dessen hexagonale Prismen jedoch nur in schönen Pseudomorphosen, umgewandelt in Descloizit, erhalten sind; dieser ist also die letzte Bildung.

Ref.: P. Groth.

21. E. Hatle (in Graz): **Fünfter Beitrag zur mineralogischen Topographie der Steiermark** (Mitth. d. naturw. Ver. f. Steiermark, Graz 1892).

Aragonit-Calcit-Sinterbildungen (Erzbergit) vom Erzberge bei Eisenerz. Die bis 16 cm dicken, aus zahlreichen Lagen von Aragonit und Calcit zusammengesetzten Incrustationen der liegenden Fläche einer Kluft im verwitterten Eisenspath, welche sie fast ganz ausfüllten, beginnen stets mit fasrigem Aragonit, der oft durch Limonit und Wad dunkel kastanienbraun gefärbt ist; erst in späteren Lagen tritt körniger Calcit, anfangs untergeordnet, auf; dann wechseln lichte Bänder von Aragonit und dunklere von lichtgelbem oder gelbbraunem Calcit, bis endlich meist eine Calcitlage die Bildung abschliesst.

Aragonit von Rohitsch-Sauerbrunn. Krystalle {110} {010} {011} oder {001}, und fasrige Aggregate in Klüften des Sandsteins.

Baryt, {001} {110} {102} auf Dolomit vom Semmering.

Pyrit, {100} {111} {102}, oft verzerrt, von St. Kathrein im Tragössthale.

Magnetit, {111}, von St. Ilgen bei Aflenz.

Calcit: $\{01\bar{1}2\}$ $\{10\bar{1}0\}$ von Polule im Sannthale, $\{21\bar{3}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{10\bar{1}0\}$ vom Wotschgebirge.

Strahlstein mit Talk, der zum Theil nach ersterem pseudomorph ist, von Murau.

Graphit von Wurmath im Drauthal und von Leims bei Kammern.

Walkererde von Kalsche bei Ober-Pulsgau.

Magnetkies von Schwanberg im Gneiss, mit Eisenkies von der Pacheralpe in St. Lorenzer Graben bei Trieben, mit Quarz, Kupferkies, Bleiglanz und Ankerit.

Wad und Brauneisenocker vom Heuberg bei Mixnitz.

Rotheisenerz vom Tobelbad und von Pauli im Thalerwinkel bei Graz.

Magnesit, 1 mm grosse Rhomboëder auf Grauwacke, vom Bergbaue Bohnkogel bei Neuberg.

Dolomit, Krystalle von Zeiring und von der Gulsen bei Kraubath.

Erdiger Magnesit von ebenda.

Arsenkies vom Altenberg bei Neuberg. Schöne Krystalle {110}, {012} alternirend mit {013}.

Ref.: P. Groth.

22. J. Schweitzer (in Strassburg): **Krystallographische Beschreibung des Eisenglanzes und des Fahlerzes von Framont** (Inaug.-Dissert. Univ. Strassburg 1892).

In dem Hämatit auf Klüften im Nebengestein der Eisenerzlagerstätten von Framont im Elsass sind folgende Mineralien vorgekommen: Kupfer, Wismuth,

Bleiglanz, Zinkblende, Antimonit, Kupferglanz, Buntkupfererz, Kupferkies, Fahlerz, Pyrit, Magnetit, Eisenglanz, Göthit, Manganit, Pyrolusit, Quarz, Anatas, Calcit, Aragonit, Dolomit, Eisenspath, Malachit, Kupferlasur, Baryt, Gyps, Augit, Hornblende, Epidot, Granat, Kieselkupfer, Topas, Phenakit, Scheelit, Flussspath. Von zweien dieser Mineralien liefert der Verf. auf Grund des in Strassburg (Universitäts- und Landessammlung) vorhandenen Materials krystallographische Monographien.

Eisenglanz. Von den früheren Autoren wurden an den Krystallen beobachtet: $\{0001\}0R$, $\{22\bar{4}3\}\frac{4}{3}P2$, $\{10\bar{1}1\}R$, $\{11\bar{2}0\}\infty P2$ [das von Dufrénoy angegebene $\{10\bar{1}0\}\infty R$ beruht wahrscheinlich auf einen Irrthum], $\{11\bar{2}3\}\frac{2}{3}P2$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{10\bar{1}4\}\frac{1}{4}R$ und $\{42\bar{6}5\}\frac{2}{5}R3$. Zu diesen Formen fügt der Verf. noch folgende hinzu: $\{01\bar{1}1\}-R$, $\{1.1.\bar{2}.10\}\frac{1}{5}P2$, $\{32\bar{5}4\}\frac{1}{4}R5$, $\{20.16.\overline{36}.27)$ $\frac{4}{27}R9$, $\{11\bar{2}6\}\frac{1}{3}P2$.

	Beobachtet:	Berechnet: ($a : c = 1 : 1,359$).
$(1.1.\bar{2}.10):(0001)$	$= 15^{0}30'$	$15^{0}12'$
$(32\bar{5}4):(10\bar{1}1)$	$= 21 \quad 7$	$20 \quad 4$
$(20.16.\overline{36}.27):(10\bar{1}1)$	$= 23 \quad 7\frac{1}{2}$	$22 \quad 39\frac{1}{4}$

Die Krystalle sind meist tafelförmig und sitzen auf derbem Rotheisenerz; als Begleiter erscheinen Quarz, Dolomit, Baryt, seltener Braunspath, Eisenkies und Calcit, zuweilen in Krystallen $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$.

Es lassen sich folgende Typen der Ausbildung unterscheiden: 1) die gewöhnliche, in allen Sammlungen verbreitete Combination $\{0001\}$ $\{22\bar{4}3\}$, untergeordnet $\{10\bar{1}1\}$; an dieser tritt nicht selten zwischen den beiden letzten Formen auf $\{42\bar{6}5\}$ mit schmalen, aber glänzenden Flächen, endlich an einigen Krystallen $\{01\bar{1}1\}$. Durch Aufeinanderlagerung der Tafeln entstehen zuweilen anscheinend prismatische Krystalle. 2) Die seltene Comb. $\{0001\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{11\bar{2}0\}$, letztere Form meist untergeordnet und matt, wahrscheinlich nur durch alternirende Ausbildung von $\{22\bar{4}3\}$, welches an den meisten Krystallen mit schmalen, aber glänzenden Flächen erkennbar ist, zu Stande gekommen; häufig tritt auch $\{10\bar{1}1\}$ mit kleinen glänzenden Flächen auf; endlich wurden an einem Krystalle in der Zone $[10\bar{1}1.22\bar{4}3]$ noch beobachtet $\{42\bar{6}5\}$, $\{32\bar{5}4\}$ und $\{20.16.\overline{36}.27\}$, letztere stark gestreift [vielleicht nur eine Scheinfläche? d. Ref.]; die erste dieser Formen wurde mehrfach beobachtet; manchmal erscheinen zwischen $\{22\bar{4}3\}$ und $\{0001\}$ noch Abstumpfungen, deren Symbol sich an einem Krystalle als $\{1.1.\bar{2}.10\}$ ergab (da die Flächen matt sind, ist die oben angegebene Zahl nur das Resultat einer Schimmermessung); einige andere Krystalle zeigen $\{10\bar{1}4\}$; $\{11\bar{2}3\}$ und $\{11\bar{2}6\}$, durch ihre Zonen bestimmt, kommen nur als Scheinflächen, durch Uebereinanderlagerung kleiner Täfelchen hervorgebracht, vor. 3) Sehr häufig sind durch Wölbung der Basis linsenförmige Krystalle der Comb. $\{0001\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{22\bar{4}3\}$, letzteres sehr untergeordnet, an den dünnsten Krystallen ganz fehlend. 4) Eisenrosen, aufgebaut aus tafelförmigen Krystallen des 1. Typus, an denen meist $\{10\bar{1}1\}$ gegenüber $\{22\bar{4}3\}$ vorherrscht. 5) Dünne, meist unregelmässig begrenzte, oft in einer Richtung verlängerte Lamellen, welche einander manchmal unter Winkeln durchschneiden, welche einer Zwillingsverwachsung nach $\{10\bar{1}1\}$ entsprechen.

Fast an allen Krystallen kommen daher vor: $\{0001\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\{10\bar{1}1\}$; $\{42\bar{6}5\}$ ist ziemlich häufig, gewöhnlich aber unvollzählig ausgebildet; $\{01\bar{1}2\}$ und $\{11\bar{2}0\}$ kommen stets zusammen vor; die übrigen Formen sind selten.

Fahlerz. An den in Sammlungen wenig verbreiteten und daher wahrscheinlich nur sparsam vorgekommenen Krystallen waren früher beobachtet wor-

den: $\{111\}$, $\{211\}$, $\{110\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{332\}$; diesen Formen fügt der Verf. folgende neue hinzu: $\{310\}$, $\{100\}$, $\{411\}$, $\{7\bar{7}1\}$, $\{11.\bar{1}\bar{1}.2\}$, $\{21.20.20\}$, $\{41.41.40\}$ auf Grund folgender Messungen:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(7\bar{7}1):(1\bar{1}1)$	$= 29^{0}35'$	$29^{0}30'$
$(11.\bar{2}.11):(1\bar{1}1)$	$= 27\ 55$	$27\ 56$
$(21.20.20):(20.21.20)$	$= 2\ 20\frac{1}{2}$	$2\ 18$

Die Krystalle sind meist auf Rotheisenerz aufgewachsen und von Quarz begleitet, ferner von Baryt, Eisenkies und Eisenglanz, am seltensten von Fluorit. Der Verf. unterscheidet folgende Typen: 1) Tetraëdrische Krystalle mit $\{111\}$, $\{211\}$, ferner mit $\{2\bar{1}1\}$, $\{110\}$, zuweilen auch $\{310\}$ und $\{100\}$; an einem Krystall wurde eine Fortwachsung, gebildet von drei Flächen der Form $\{21.20.20\}$, und die Abstumpfung der Kanten der letzteren, $\{41.41.40\}$, beobachtet. 2) Krystalle mit vorherrschendem Triakistetraëder $\{211\}$, ferner mit $\{110\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{1\bar{1}1\}$, sämmtlich glänzend, während $\{211\}$ und das nur selten und untergeordnet hinzutretende $\{111\}$ matt sind; die Formen $\{7\bar{7}1\}$ und $\{11.\bar{1}\bar{1}.2\}$ erschienen mit schmalen glänzenden Flächen an einigen in Baryt eingebetteten Krystallen, während an einem anderen noch Flächen von $\{332\}$ und $\{411\}$ beobachtet wurden. 3) Dodekaëdrischer Habitus; ausser $\{110\}$ treten auf $\{1\bar{1}1\}$, $\{211\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{111\}$, letzteres klein und oft ganz fehlend, endlich an einem Krystall $\{100\}$. Zwischen dem 2. und 3. Typus sind alle möglichen Uebergänge vorhanden. 4) Einige Krystalle zeigen die Form eines Ikositetraëders $\{211\}$ in Comb. mit $\{110\}$, zuweilen noch mit $\{1\bar{1}1\}$. Darnach sind $\{211\}$, $\{2\bar{1}1\}$ und $\{110\}$ die häufigsten Formen, $\{111\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ gleich häufig, aber selten an einem Krystall zusammen auftretend (die Unterscheidung erfolgte nach den von Sadebeck aufgestellten Merkmalen); alle anderen Formen sind weniger häufig.

Ref.: P. Groth.

28. F. Stöber (in Strassburg): **Ueber den Kalkspath von Elsass-Lothringen** (Abhandl. z. geol. Spec.-Karte von Els.-Lothr. 1892, 5, 1).

Framont. Die meist in Drusen auf krystallisirtem Dolomit oder späthigem Kalk, mit Rotheisenerz, seltener Baryt und Eisenkies, vorkommenden Krystalle enthalten nach einer Analyse 2,06 % $FeCO_3$ und zeigen folgende Combinationen: a) $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ sehr häufig; b) $\{11\bar{2}0\}\infty P2$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ selten, die erstere Form durch parallele Verwachsung der zweiten als gefurchte Scheinfläche gebildet; c) $\{16.0.\bar{1}\bar{6}.1\}16R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$; d) $\{0.14.\bar{1}\bar{4}.1\}-14R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ und mit kleinen Flächen $\{7.4.\bar{1}\bar{1}.3\}R\frac{11}{3}$; e) $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$; f) dieselbe Combination mit $\{31\bar{4}2\}R2$; g) $\{21\bar{3}1\}R$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{40\bar{4}1\}4R$, untergeordnet $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ und $\{50\bar{5}1\}5R$; h) Combination sehr spitzer, in gestreiften Flächen alternirender Skalenoëder, von denen $\{54\bar{9}1\}R9$, $\{6.5.\bar{1}\bar{1}.1\}R11$ und $\{15.13.\bar{2}\bar{8}.2\}R14$ (die letztere, neue Form an einem kleinen Krystalle gut messbar), ferner $\{0.13.\bar{1}\bar{3}.4\}-\frac{13}{4}R$ (ebenfalls neu, nach der Polkante etwas gekrümmt) und $\{0001\}0R$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(0.13.\bar{1}\bar{3}.4):(13.\bar{1}\bar{3}.0.4)$	$= 111^{0}12'$ bis $111^{0}42'$	$111^{0}31'$
$(0.13.\bar{1}\bar{3}.4):(0001)$	$= 72^{0}45'$	$72\ 41$
$(0.13.\bar{1}\bar{3}.4):(10\bar{1}1)$	$= 117\ 33$	$117\ 18$
$(15.13.\bar{2}\bar{8}.2):(10\bar{1}1)$	$= 47\ 16$	$47\ 13$

Markirch. In einem der auf den Erzgängen sehr häufig vorgekommenen Calcit wurden 1% CO_3Fe gefunden. Beobachtete Combinationen: a) $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, zuweilen mit Andeutungen von $\{10\bar{1}0\}\infty R$; b) $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, die gewöhnlichste Comb., als jüngste Bildung auf Quarz, Fahlerz und Perlspath; die auf Fahlerz aufsitzenden Krystalle zeigen das Rhomboëder herrschend; c) $\{16.0.\bar{16}.1\}16R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, mit Eisenspath; d) $\{7.4.\bar{11}.3\}\frac{11}{3}R$ (? mit rauhen Flächen), $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$; e) $\{32\bar{5}1\}R5$, $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{21\bar{3}1\}R3$, mit körnigem Kalkspath und Dolomit; $\{43\bar{7}1\}R7$, $\{09\bar{9}4\}-\frac{9}{4}R$, untergeordnet $\{05\bar{5}1\}-5R$, auf grobkrystallinischem Kalkspath. Drusen in dem Kersantit zwischen Markirch und St. Dié zeigten, von Eisenglanz, Quarz, Dolomit und Baryt begleitet und auf körnigem Calcit aufgewachsen, folgende Combination: $\{53\bar{8}2\}R4$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{0.11.\bar{11}.4\}-\frac{11}{4}R$, untergeordnet $\{04\bar{4}5\}-\frac{4}{5}R$ und $\{08\bar{8}7\}-\frac{8}{7}R$; Zwillinge nach (0001); eine ältere Kalkspathbildung in demselben Gestein zeigte nur $\{10\bar{1}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$.

Reichenweier. In Hohlräumen des Basalt kleine Krystalle mit den Formen: $\{02\bar{2}1\}-2R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ und einem sehr spitzen Rhomboëder, dessen Messung zur unten anliegenden Spaltungsebene $47^0\ 51'$ bis $58'$ ergab; berechnet für das bisher noch nicht angegebene $\{0.23.\bar{23}.1\}-23R$: $47^0\ 54\frac{1}{2}'$, für $\{0.25.\bar{25}.1\}-25R$: $47^0\ 43'$.

Dangolsheim bei Sulzbad. Auf Trochitenkalk aufsitzend einerseits Skalenoëder $\{21\bar{3}1\}R3$, andererseits neben Rhomboëdern $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ die Combination der durch Rundung in einander übergehenden Formen: $\{0.25.\bar{25}.1\}-25R$, $\{03\bar{3}2\}-\frac{3}{2}R$, $\{05\bar{5}4\}-\frac{5}{4}R$, $\{04\bar{4}5\}-\frac{4}{5}R$ (die Zeichen nur angenähert bestimmbar).

Zabern. Auf Spalten des Muschelkalkes finden sich Krystalle mit den Formen: $\{21\bar{3}1\}R$, $\{02\bar{2}1\}-2R$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ oder die Combination $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{21\bar{3}1\}R3$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$.

Weiler bei Weissenburg. Auf drusigem Muschelkalk $\{10\bar{1}1\}R$ in 5 mm grossen corrodirten Krystallen mit gelbem Ueberzuge, manchmal als Fortwachsung eines Skalenoëders; ferner $\{10\bar{1}1\}R$ matt mit einem etwas gekrümmten Skalenoëder, wahrscheinlich $\{42\bar{6}1\}2R3$ (einige Messungen stimmten besser mit $\{11.5.\bar{16}.3\}2R\frac{5}{3}$, untergeordnet $\{21\bar{3}1\}R3$ und $\{10\bar{1}0\}\infty R$; endlich $\{21\bar{3}1\}R3$ allein.

Niederbronn. In Spalten des Muschelkalkes, theils matte Skalenoëder, wahrscheinlich $R3$, theils $\{02\bar{2}1\}-2R$ allein oder mit $\{40\bar{4}1\}4R$, oder die Combination $\{21\bar{3}1\}R3$, $\{0.14.\bar{14}.1\}-14R$ gekrümmt und daher nicht sicher, $\{02\bar{2}1\}-2R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$.

Maursmünster. Auf Lettenkohlen-Dolomit $\{01\bar{1}1\}-R$ mit blättrig zusammengesetzten, rauhen Flächen, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ glatt, zwischen beiden als schmale Abstumpfung $\{03\bar{3}5\}-\frac{3}{5}R$.

Reichshofen. Auf Keupermergel kleine Krystalle $\{08\bar{8}1\}-8R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{0001\}0R$; daneben als jüngere Bildung die Comb. $\{21\bar{3}1\}R3$, $\{0.14.\bar{14}.1\}-14R$, untergeordnet $\{02\bar{2}1\}-2R$ und $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$.

Pfirt (Ober-Elsass). Aus den Mergeln des oberen Doggers. $\{21\bar{3}1\}R3$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{10\bar{1}0\}\infty R$, mit $\{02\bar{2}1\}-2R$ oder mit $\{10\bar{1}1\}R$ und $\{40\bar{4}1\}4R$. Die erste dieser beiden Combinationen erscheint auf Skalenoëdern $R3$ in Zwillingsstellung nach (0001) aufgewachsen.

Hettingen bei Diedenhofen in Lothringen. Auf Spalten und Drusen im Luxemburger Sandstein (unt. Lias) wurden folgende Combinationen beobachtet:

a) $\{21\bar{3}1\}R3$, $\{41\bar{5}6\}\frac{1}{2}R\frac{5}{3}$, $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{10\bar{1}1\}R$, untergeordnet $\{53\bar{8}2\}R4$, $\{32\bar{5}1\}R5$, $\{4.8.\overline{12}.5\}-\frac{4}{5}R3$, $\{72\bar{9}5\}R\frac{9}{5}$, $\{50\bar{5}2\}\frac{5}{2}R$; b) $\{10\bar{1}1\}R$ vorherrschend, daran als etwas gerundete Zuschärfungen $\{41\bar{5}6\}\frac{1}{2}R\frac{5}{3}$, $\{41\bar{5}3\}R\frac{5}{3}$, $\{21\bar{3}1\}R3$, ferner $\{40\bar{4}1\}4R$ und mit kleinen Flächen $\{53\bar{8}2\}R4$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{71\bar{8}6\}R\frac{4}{3}$; c) $\{41\bar{5}6\}\frac{1}{2}R\frac{5}{3}$ und $\{31\bar{4}5\}\frac{2}{5}R2$ durch Streifung mit einander alternirend, $\{32\bar{5}1\}R5$ rauh, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{40\bar{4}1\}4R$, untergeordnet: $\{41\bar{5}3\}R\frac{5}{3}$, $\{02\bar{2}1\}-2R$, $\{10\bar{1}1\}R$; d) $\{41\bar{5}6\}\frac{1}{2}R\frac{5}{3}$ vorherrschend, $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{31\bar{4}2\}R2$, $\{43\bar{7}1\}R7$ und gelegentlich auch $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ ziemlich gross, endlich $\{50\bar{5}2\}\frac{5}{2}R$, $\{04\bar{4}5\}-\frac{4}{5}R$, $\{32\bar{5}1\}R5$, $\{62\bar{8}1\}4R2$ sehr untergeordnet; e) als parallele Fortwachsung von $\{02\bar{2}1\}-2R$ die Combination: $\{41\bar{5}6\}\frac{1}{2}R\frac{5}{3}$, $\{10\bar{1}1\}R$, $\{21\bar{3}1\}R3$, weniger gross $\{53\bar{8}2\}R4$, $\{32\bar{5}1\}R5$, $\{31\bar{4}2\}R2$, $\{40\bar{4}1\}4R$, klein und gerundet: $\{72\bar{9}5\}R\frac{9}{5}$, $\{7.2.\bar{9}.11\}\frac{5}{11}R\frac{9}{5}$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, während $\{4.18.\overline{22}.10\}-\frac{7}{5}R\frac{11}{7}$ ebenfalls kleine, aber ebene Flächen zeigt; f) $\{41\bar{5}6\}\frac{1}{2}R\frac{5}{3}$, $\{21\bar{3}1\}R$, $\{32\bar{5}1\}R5$, $\{50\bar{5}2\}\frac{5}{2}R$, $\{40\bar{4}1\}4R$, $\{53\bar{8}2\}R4$, $\{31\bar{4}2\}R2$, $\{10\bar{1}1\}R$.

H a y i n g e n in Lothringen. In Hohlräumen des oolithischen Brauneisenerzes. $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ vorherrschend, entweder mit $\{40\bar{4}1\}4R$ oder mit $\{31\bar{4}2\}R2$, $\{72\bar{9}5\}R\frac{9}{5}$, $\{71\bar{8}6\}R\frac{4}{3}$, $\{10\bar{1}1\}R$.

A r s a. d. M o s e l. $\{21\bar{3}1\}R3$ vorherrschend, untergeordnet oder auch ganz fehlend $\{10\bar{1}0\}, \infty R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ und eine gerundete Zuschärfung der scharfen Polkanten von $R3$. Auf feinkrystallinischem Kalkspath.

Ref.: P. G r o t h.

24. P. Dahms (in Danzig): **Markasit als Begleiter des Succinit** (Schr. d. naturf. Ges. Danzig, 1892, n. F. **8**, 1). In der, bekanntlich aus Quarz, Glaukonit und wenig Glimmer bestehenden, sogenannten »Bernsteinerde« des Samlandes findet sich reichlich Markasit als Versteinerungsmaterial pflanzlicher Reste und als Incrustation auf Quarz, Mergelstückchen oder Bernstein. Die derartig umhüllten Succinitstückchen zeigen zu der Markasitkruste senkrechte oder im Falle blättriger Textur dieser entsprechende Risse, in welche der Markasit eindringt; durch Vitriolesciren desselben ist der Bernstein mehr oder weniger zerstört worden, ebenso die organischen Reste, welche jedenfalls als Ursache der Schwefelkiesbildung anzusehen sind, da man mikroskopische Markasitkrystalle im Inneren des Bernsteins da beobachten kann, wo Insectenreste u. s. w. noch erkennbar sind.

Ref.: P. G r o t h.

25. A. B. Meyer (in Dresden): **Ueber Bernstein** (Abh. d. Ges. Isis, Dresden 1892, 49).

Derselbe, Ueber Jadeït von Barma (Ann. Mus. Civ. St. Nat. Genova, 1892 (2ª) **10**, 1012).

Auf Sicilien gefundene prähistorische Perlen erwiesen sich als übereinstimmend in ihrem Material mit dem daselbst noch vorkommenden Simetit, d. h. verschieden vom eigentlichen Bernstein.

Der in Sammlungen noch seltene barmanische Bernstein findet sich im Tertiär Oberbarmas in meist dunkel röthlichbraunen, selten honiggelben Stücken mit der gleichen Fluorescenz, wie der sicilianische. Eine Analyse von O s t e r ergab: 80,36 C, 10,54 H, 8,16 O, 0,10 S, 0,84 Asche; die trockene Destillation lieferte 2 % Bernsteinsäure.

Von dem J a d e ï t von Bamo in Barma zeigte ein grünes Stück das niedrige spec. Gew. 3,10; nach A r z r u n i's Untersuchung zeigte sich der Pyroxen z. Th. uralitisirt.

Ref.: P. G r o t h.

26. A. Arzruni (in Aachen): **Nephrit vom Küen-Lün** (Zeitschr. f. Ethnologie, Berlin 1892, 19).

Oestlich von den früheren Fundstätten anstehenden Nephrits ist ein weiterer von Martin entdeckt worden zwischen Kukunor und dem Nan-Schan-Gebirge (chines. Provinz Kansu). Von der älteren Fundstätte Schahidulla-Chodja untersuchte der Verf. ein Stück mit unverkennbarer Schieferung und Parallelfaserung, welches der Herstellung dünner Schliffe ganz ungewöhnliche Schwierigkeiten entgegensetzte, mikroskopisch und fand eine der Schieferung und Faserung entsprechende langfaserige Textur herrschend, aber gemischt mit radial kurzfaseriger Anordnung, als Neubildungen Serpentin und ein chloritisches Mineral, ferner einzelne, z. Th. in Amphibol umgewandelte Pyroxenprismen und grössere Amphibolkrystalle, um welche sich die Nephritfasern meist senkrecht herumlagern. Zwei Analysen gaben die Zahlen I und II, ausserdem Spuren von Mangan, Kali und Natron; III ist die auf 100 berechnete Zusammensetzung, wobei die Zahl für H_2O wegen der beim Glühen stattfindenden Oxydation des Eisens corrigirt wurde.

	I.	II.	III.	Mol.-Verh.:	
SiO_2	57,81	—	57,54	0,9590	
Al_2O_3	1,58	—	1,58	0,0155	
FeO	2,60	—	2,59	0,0360	
CaO	13,71	13,92	13,78	0,2461	0,9566
MgO	22,51	22,59	22,49	0,5622	
H_2O	1,75	—	2,02	0,1123	
	99,96		100,00		

Dies entspricht sehr genau 1,8856 $Si O_3 \overset{II}{R}$ und 0,0465 $Si O_6 M_2 \overset{II}{R}$, daher die accessorischen Beimengungen nicht in Betracht kommen und der Pyroxen höchstwahrscheinlich die gleiche Zusammensetzung mit dem Amphibol besitzt.

Ref.: P. Groth.

27. O. Schneider (in Dresden) und **A. Arzruni** (in Aachen): **Der ägyptische Smaragd** (Ebenda 41).

Die Smaragdgruben, in denen die Alten und später die Araber am Gebel Sabara in Oberägypten den mehrfach von ihnen verarbeiteten Edelstein gewannen, sind von Caillaud 1816 wieder entdeckt und beschrieben worden; das vielfach bezweifelte Vorkommen und die Richtigkeit der Caillaud'schen Angaben wurden erwiesen durch Auffindung roher und verarbeiteter Stücke bei Alexandrien, durch Handstücke von Glimmerschiefer (Gneiss?) mit Smaragdkrystallen, welche sich z. Th. in einer Sammlung in Cairo (die sich jetzt in Turin befinden soll), z. Th. im Museum von Mantua (gesammelt von dem Aegyptenreisenden Brocchi), endlich in der mineralogischen Staatssammlung in München befinden. Die letzteren, die einzigen Exemplare deutscher Sammlungen, zeigen als Begleiter des Smaragds weissen Feldspath, Quarz, dunkeln Magnesiaglimmer und erbsengelben Mesitinspath. Die mikroskopische Untersuchung von Stücken der vorher genannten Provenienzen zeigte Uebereinstimmung der Eigenschaften des Smaragds, wie der begleitenden Mineralien Biotit, Hornblende, Augit u. s. w., dagegen derartige Unterschiede von dem mikroskopischen Verhalten des Smaragds und seiner Begleiter vom Ural, dass die Annahme, die im Ruinenschutt bei Alexandrien gefundenen Stücke stammten von dort, nicht haltbar erscheint.

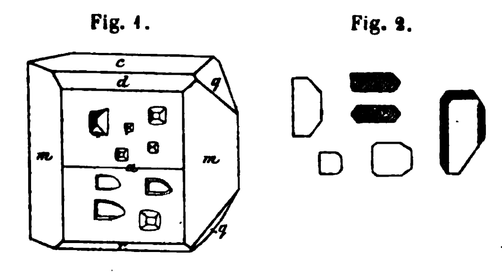
Ref.: P. Groth.

28. R. Emden (in München): **Ueber das Gletscherkorn** (Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. Zürich 1892, 88).

Der Verf. untersuchte die Veränderungen, welche feinkrystallinisches Eis verschiedener Art und Entstehung mit der Zeit erleidet, und fand, dass dasselbe stets allmählich in ein grobkrystallinisches Aggregat übergeht, welches im Allgemeinen aus bis haselnussgrossen Körnern von ganz unregelmässiger Orientirung, beim Seeeis aus senkrecht zur Oberfläche verlängerten Individuen besteht, deren Hauptaxen, aber nur diese, ungefähr parallel orientirt sind. Die Partikel eines solchen Aggregates unterscheiden sich in nichts Wesentlichem vom Gletscherkorn, zerfallen beim Schmelzen zuweilen unter Bildung der noch nicht erklärten sogen. Forel'schen Streifen auf der langsam schmelzenden Fläche, u. s. w. Sichtbar wird diese Textur besonders gut, wenn man von dem allmählich klar gewordenen, z. B. dem einige Wochen im Eiscalorimeter oder in einer geschlossenen Flasche bei 0⁰ aufbewahrten Eise Platten von 1 mm Dicke durch Schleifen auf einer heissen Metallplatte herstellt; die dann entstehenden scharfen Linien erweisen sich auch im polarisirten Lichte als Grenzlinien verschieden orientirter Individuen (der Verf. giebt eine Reihe vorzüglicher Photographien solcher). In Uebereinstimmung mit Hagenbach (siehe diese Zeitschr. 20, 309) erklärt der Verf. diese Umwandlung als einen molekularen Umlagerungsprocess, bedingt durch die Krystallisationskräfte, welche den an der Grenze zweier Partikel in minder stabilem Gleichgewichte befindlichen und in der Nähe von 0^0 leichter beweglichen Molekülen eine parallele Orientirung ertheilen und so allmählich eine immer grössere Annäherung an den stabilsten Zustand des Ganzen (dieser wäre der eines einzigen Krystalles), d. h. ein immer gröberes Aggregat, hervorbringen. Hiernach ist das sogenannte Gletscherkorn keine ausschliessliche Eigenthümlichkeit des Gletschereises und müsste sich auch im ruhenden Gletscher bilden. Die klaren Körner des Firnes erscheinen in dem sogen. Firneis verbunden durch trübes Eis; dieses Cement verschwindet nun nach der Erklärung des Verfs., indem es von den klaren Körnern als Krystallisationscentren aufgezehrt wird; das Firnkorn wächst auf dessen Kosten und entwickelt sich dadurch zum Gletscherkorn, welches dann, aber nur langsam, noch weiter wächst; ein grosser Theil der eingeschlossenen Luft wird bei Bildung der Capillarspalten im Gletscher entfernt. Somit hätte das Gletscherkorn selbst mit der Bewegung des Gletschers nichts zu thun und die letztere würde lediglich auf der Plasticität des Eises selbst, welche bekanntlich an einheitlichen Krystallen in der Nähe von 0^0 sehr beträchtlich ist, beruhen, und die langsamen, hierbei erfolgenden Verschiebungen innerhalb eines Gletscherkornes durch molekulare Umlagerung wieder ausgeglichen werden.

Ref.: P. Groth.

29. K. von Kraatz-Koschlau (in München): **Beiträge zur Kenntniss der Rechtsweinsäure und ihrer Salze** (Inaugural-Dissert. Univ. München, 1892).



Rechtsweinsäure. Die Aetzfiguren auf $a\{100\}$, mit Wasser erhalten, zeigen rechts und links ungleiche Prismenflächen, s. Fig. 1 oben, die mit concentrirter Essigsäure erhaltenen ebenda unten. Die Auflösung mikroskopischer Krystalle (deren Formen in Fig. 2

dargestellt sind) ist deutlich verschieden an den beiden Enden der Axe *b*, am langsamsten auf (100).

Saures weinsaures Ammonium, $C_4H_4O_6HNH_4$. Rhombisch-hemiëdrisch. $a:b:c = 0,6931:1:0,7100$. Beobachtete Formen: $m = \{110\}$, $n = \{120\}$, $q = \{011\}$, $u = \{021\}$, $v = \{031\}$, $r = \{101\}$, $o = \{111\}$, $b = \{010\}$. Scheinbar holoëdrische Krystalle, Fig. 3, aus einer Lösung mit starkem

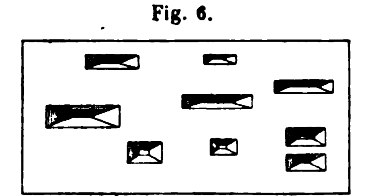
Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Ueberschuss von Weinsäure; aus einer solchen, welche die Bestandtheile in den obiger Formel entsprechenden Mengen enthielt, deutlich hemiëdrische Krystalle, Fig. 4, nach dem Versetzen der Lösung mit etwas Ammoniumcarbonat Fig. 5.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m:m = (110):(1\bar{1}0)$ =	*69° 27′	—
$n:n = (120):(\bar{1}20)$ =	71 37½	71° 37′
$q:q = (011):(0\bar{1}1)$ =	*70 45	—
$u:u = (021):(02\bar{1})$ =	70 53	70 19
$v:v = (031):(03\bar{1})$ =	49 54	50 18
$r:r = (101):(10\bar{1})$ =	—	88 37
$o:o = (111):(1\bar{1}\bar{1})$ =	100 0	100 14½
$o:c = (111):(001)$ =	51 16	51 16

Spaltbarkeit vollkommen nach (001).

Fig. 6.



Aetzfiguren auf *b* (010) mit Wasser erhalten, Fig. 6; darnach leichteste Auflösung auf den Prismenflächen, was auch durch mikroskopische Beobachtungen des Wachsthums und der Auflösung der Krystalle bestätigt wird.

Ebene der optischen Axen (001), erste Mittellinie Axe *b*, durch (010) die Axen nur in Oel sichtbar, $H_a = 85^0\,20'$; $\varrho > v$. Doppelbrechung —.

Saures weinsaures Kalium, $C_4H_4O_6HK$. $a:b:c = 0,7148:1:0,7314$. Beobachtete Formen wie beim isomorphen *Am*-Salz, ausser $u\{021\}$, und derselbe Wechsel im Auftreten der Sphenoide.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m:m = (110):(1\bar{1}0)$ =	*71° 7′	—
$n:n = (120):(\bar{1}20)$ =	69 48	69° 56′
$q:q = (011):(0\bar{1}1)$ =	*72 22	—

	Beobachtet:	Berechnet:
$v : v = (031):(03\bar{1}) =$	50° 0′ appr.	49° 0′
$r : r = (101):(10\bar{1}) =$	—	88 41
$o : o = (111):(1\bar{1}\bar{1}) =$	100 55	100 54
$o : c = (111):(001) =$	51 30	51 30

Spaltb. = vorigem. Aetzfiguren ebenso.

Weinsaures Ammonium, $C_4H_4O_6(NH_4)_2$. $a : b : c = 1,1435 : 1 : 0,4299$; $\beta = 92° 15'$ (sehr übereinstimmend mit Rammelsberg). Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $q = \{011\}$, $r = \{10\bar{1}\}$, $\varrho = \{101\}$,

Fig. 7.

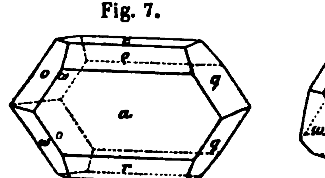


Fig. 8.

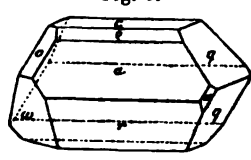
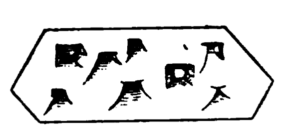


Fig. 9.



$o = \{111\}$, $\omega = \{11\bar{1}\}$. Selten regelmässig hemimorph, Fig. 7, meist sehr wechselnde Grösse der Flächen wie Fig. 8. Spaltb. (001). Aetzfiguren auf $\{100\}$ Fig. 9. Polarpyroëlektrisch; der analoge Pol ist das linke Ende der b-Axe.

Weinsaures Kalium, $C_4H_4O_6K_2$ (wasserfrei, nicht mit 1 Mol. H_2O). $a : b : c = 3,0741 : 1 : 3,9341$; $\beta = 90° 49'$ (sehr nahe übereinstimmend mit Marignac). Beobachtete Formen (Fig. 10): $a = \{100\}$, $b' = \{0\bar{1}0\}$ (in der Figur nicht bezeichnet), $c = \{001\}$, $r = \{10\bar{1}\}$, $\varrho = \{101\}$, $o = \{111\}$. Spaltb. nach $a\{100\}$ und $c\{001\}$. Aetzfiguren auf (100) Fig. 11. Pyroëlektr. = vorigem.

Fig. 10.

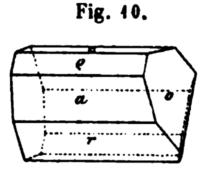
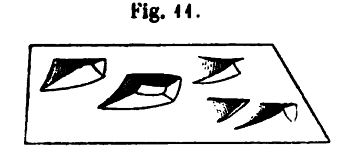


Fig. 11.



Weinsaures Strontium, $C_4H_4O_6Sr.3H_2O$. $a : b : c = 0,7428 : 1 : 0,6393$; $\beta = 102° 0'$, Marignac. Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $r = \{101\}$, $\varrho = \{10\bar{1}\}$, $b = \{010\}$, $m = \{110\}$, $o = \{1\bar{1}1\}$, $\omega = \{1\bar{1}\bar{1}\}$. Aetzfiguren auf (100) ähnlich Fig. 6, nach Axe c verlängert. Der analoge Pol der elektrischen Axe links.

Nach Obigem zeigen die neutralen Salze eine gewisse Aehnlichkeit der Krystallform und Uebereinstimmung der Pyroëlektricität mit der Rechtsweinsäure selbst, während die sauren Salze von derselben sehr abweichen, bei vollkommener Isomorphie derjenigen der Alkalien.

Ref.: P. Groth.

30. Th. Poleck und **B. Grützner** (in Breslau): **Krystallisirtes Wolframeisen** (Ber. d. d. chem. Ges. 1892, 26, 35).

Der auf elektrolytischem Wege aus Wolframit erhaltene Körper hat die Zusammensetzung FeW_2 und bildet trigonale Prismen mit Basis.

Ref.: P. Groth.

81. J. Hockauf (in Wien): **Krystallform einiger organischer Substanzen.**

1. Mesitylsäure, $C_8H_{13}NO_3 + H_2O$.

Dargestellt von H. Weidel und E. Hoppe (Monatshefte für Chem., Wien 1892, 13, 606). Schmelzpunkt 171°—172°. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,591 : 1 : 0,551; \quad \beta = 103° 7'$.

Beobachtete Formen: {100}, {110} vorherrschend, {$\bar{2}$01} gross, {011}, {001} und {111} nicht immer vorhanden. Nach der c-Axe gestreckt, {$\bar{2}$01} ist immer gekrümmt, (011) gestreift, daher die Ungenauigkeit der betreffenden Messungen.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001) =	76° 56′	76° 53′
(100):(110) =	*57 10	—
(100):(011) =	*78 28	—
($\bar{1}$00):($\bar{2}$01) =	64 17	64 24
(100):(111) =	—	62 43
(001):(110) =	*82 56	—
(001):(011) =	28 17	28 14
(001):(0$\bar{1}$1) =	28 50	28 14
(001):($\bar{2}$01) =	40 6	38 43
(001):(101) =	—	17 23
(001):(111) =	—	30 27
(010):(111) =	—	64 35
(110):(1$\bar{1}$0) =	65 40	65 40
(110):(011) =	59 35	59 37
($\bar{1}$10):(011) =	73 4	73 12
($\bar{1}$10):($\bar{2}$01) =	69 15 (?)	76 27
($\bar{1}\bar{1}$0):($\bar{2}$01) =	78 14	76 27

Farblos, durchsichtig. Die Auslöschungsrichtung auf (110) bildet einen Winkel von ca. 25° mit der Längsrichtung. Doppelbrechung stark. Auf ($\bar{1}$10) wurde bei gekreuzten Nicols Zwillingsstreifung beobachtet.

2. Mesitylsäureäthylester, $C_8H_{12}NO_3C_2H_5$.

Dargestellt von Denselben (ebenda 608). Schmelzpunkt 87°. Krystalle aus absolutem Aether.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,93 : 1 : 0,88; \quad \beta = 92\frac{1}{2}°$.

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {$\bar{3}$10}, {011}, {001}. Habitus prismatisch, sämmtliche Flächen waren matt und gaben schlechte Reflexe.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(110) =	*42° 55′	—
(100):(3$\bar{1}$0) =	17 31	17° 31′
(011):(0$\bar{1}$1) =	*82 54 ca.	—
(100):(011) =	*88 18 ca.	—
(100):(001) =	—	87 44
(110):(001) =	—	88 20

Fast immer Zwillinge nach (100).

Farblos, durchsichtig. Auslöschungsrichtung auf (110) bildet einen Winkel von 13° mit der Verticalaxe.

3. Cinchonsäure, $C_7H_8O_6$.

Dargestellt von H. Weidel und J. Hoff (ebenda 584). Schmelzp. 168°—169°. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,965:1:0,7400;\ \beta = 104°37'$.

Beobachtete Formen: {001} vorherrschend, {110}, {111} gross, {$\bar{2}$21} zurücktretend. Habitus tafelig. Zwillinge nach (001) kommen zuweilen vor.

Gute Spaltbarkeit nach (100), welche Form als Krystallfläche nicht vorkommt.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001) =	75°20'	75°23'
(100):(011) =	—	43 32
(100):($\bar{1}$10) =	135 55	136 1
(100):($\bar{2}$21) =	124 44	125 26
(001):(110) =	*79 32	—
(001):($\bar{2}$21) =	73 42	—
(001):($\bar{2}$01) =	—	67 34
($\bar{2}$21):($\bar{2}\bar{2}$1) =	—	85 20
(110):(1$\bar{1}$0) =	*87 58	—

Farblos, durchsichtig.

Ref.: W. Muthmann.

32. R. Zaloziecki (in Lemberg): **Ueber das Vorkommen und die Bildung von Glaubersalz in den Kalibergwerken von Kalusz** (Monatshefte für Chemie, Wien 1892, **13**, 504).

Während die Hauptmasse des Sylvins, der im südöstlichen Theile des Kaluszer Bergwerkes vorkommt, bereits abgebaut ist, ist in dem mächtigen nach Südwest sich erstreckenden Kainitlager der Schachtbetrieb aufgenommen; in der erschlossenen Ausdehnung wird derselbe einen Ertrag von ca. 2 Millionen M.C. liefern. In einer Kluft dieses Kainitlagers fand der Verf. Krystallbildungen in ausgiebigem Maasse, die früher für Sylvin gehalten und nicht weiter beachtet wurden; eine Untersuchung dieser Krystalle ergab indessen, dass dieselben aus Glaubersalz bestehen; es wurde gefunden:

H_2O	52,25
Na_2SO_4	42,50
K_2SO_4	1,56
$CaSO_4$	0,33
$NaCl$	1,85
$MgCl_2$	0,87

Das Product enthielt demnach 93,50 % $Na_2SO_4 + 10H_2O$.

Durch Auslaugen der oberen Deckschichten des Lagers durch Tagwässer konnte das Glaubersalz nicht entstanden sein, da der in Wasser lösliche The

desselben nur geringe Mengen Gyps und ausserdem nur Chloride enthält; vielmehr ist das Natriumsulfat durch Wechselwirkung von Chornatrium mit Kainit gebildet worden; chlornatriumhaltige Laugen sickern durch das Kainitlager und setzen beim Verdunsten in Klüften die Glaubersalzkrystalle ab. Der Verf. wies die Möglichkeit einer solchen Umsetzung in der Weise nach, dass er durch ein mit zerstossenem Kainit gefülltes, unten mit einem Asbestpfropfen geschlossenes Rohr 10procentige Kochsalzösung langsam durchfliessen liess; aus der resultirenden Lauge bildeten sich beim Verdunsten je nach der Temperatur und Zusammensetzung der Lösung Krystalle von Glaubersalz oder von $Na_2SO_4 + 7H_2O$.

Ref.: W. Muthmann.

83. Jos. Blumrich (in Prag): **Krystallform des Landanins,** $C_{20}H_{25}NO_4$. Dargestellt von G. Goldschmidt (Monatshefte für Chemie, Wien 1892, **13**, 694). Schmelzpunkt 166°. Krystalle aus Chloroform-Alkohol.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,7846 : 1 : 0,6124.$$

Beobachtete Formen: {110} und {011}. Kurze Prismen nach der c-Axe. Vicinalflächen treten häufig auf.

Deutliche Spaltbarkeit nach (011).

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$ =	103° 43′	103° 58′
$(110):(1\bar{1}0)$ =	76 13	76 2
$(011):(0\bar{1}1)$ =	63 1	62 48
$(011):(01\bar{1})$ =	116 57	117 12
$(110):(011)$ =	71 24	71 17
$(110):(0\bar{1}\bar{1})$ =	108 50	108 43

Die Ebene der optischen Axen ist (010), die erste, negative Bisectrix die c-Axe. Axenwinkel klein, Dispersion deutlich, $\varrho > v$.

Ref.: W. Muthmann.

84. R. Köchlin (in Wien): **Krystallform einiger organischer Substanzen.**

1. Opiansäuremethyl-ψ-Ester, $C_{11}H_{12}O_5$.

Dargestellt von R. Wegscheider (Monatshefte für Chem., Wien 1892, **13**, 257). Schmelzpunkt 103°—103°,5. Krystalle aus Methylalkohol und Essigäther.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0,5714 : 1 : 0,2792; \quad \beta = 102^0 43\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: {010}, {110}, {101}, {001}. Tafelförmig nach (010).

	Gemessen:
(010):(110) =	60° 17′
(101):(110) =	65 45
(101):(001) =	25 30

Farblos, durchsichtig. Die Auslöschungsrichtung auf (010) bildet mit der c-Axe einen Winkel von ca. 24°.

2. Opiansaures Blei, $C_{20}H_{18}O_{10}Pb.2H_2O$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,2028 : 1 : 1,1637; \quad \beta = 131^0 41,'8.$

Beobachtete Formen: {010}, {110}, {111}; ausserdem ein stark gekrümmtes, nicht messbares Längsdoma.

	Gemessen:	Berechnet:
(010):(111) =	58° 15′	58° 19′
(110):(111) =	34 38	34 33,4
(1̄10):(111) =	85 48	85 45,1
(110):(010) =	31 16	31 17,8

Schwefelgelb, starker Pleochroismus. Auslöschungsschiefe im spitzen Winkel β ca. 26° gegen c.

Ref.: W. Muthmann.

85. F. Becke (in Prag): **Krystallographische Untersuchung des Mekoninmethylphenylketonoxims,** $C_{18}H_{17}O_5N$. Dargestellt von F. von Hemmelmayr (Monatshefte für Chemie, Wien 1892, **13**, 673). Schmelzpunkt 198°. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a : b : c = 0,632 : 1 : 0,684.$

$\alpha = 101^0 2', \quad \beta = 75^0 4', \quad \gamma = 81^0 57'.$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {11̄0}, {011}, {201}, {302}. Tafelförmig nach {100} oder auch prismatisch durch Vorherrschen von (100) und (010). Diese beiden Flächen stets gekrümmt; (010) meist glänzend, {01̄0} matt, vielleicht liegt trikline Hemiëdrie vor. (201) immer nur schmal.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(010) =	*84° 24′	—
(100):(11̄0) =	*33 28	—
(100):(201) =	22 16	22° 19′
(100):(302) =	27 42	27 57
(010):(001) =	*99 24	—
(011):(001) =	*36 33	—
(100):(001) =	*76 53	—
(100):(011) =	75 10	74 43

Sehr spröde, leicht spaltbar nach (010). Farbe röthlichgelb. Deutlicher Pleochroismus, grünlichgelb - dunkelröthlichgelb. Die Auslöschungsrichtung auf (100) bildet mit der c-Axe einen Winkel von ca. 10°, auf (010), wo kein Pleochroismus wahrnehmbar, von — 11°.

Doppelbrechung ausserordentlich stark.

Ref.: W. Muthmann.

86. W. Luzi († in Leipzig): **Beiträge zur Kenntniss des Graphitkohlenstoffes** (Zeitschr. für Naturwiss. Halle 1891, **64**, 224. — Ber. d. d. chem. Ges. 1891, **24**, 4085; 1892, **25**, 214; 1893, **26**, 890).

Die in der Natur vorkommenden Graphite zeigen gegenüber Reagentien ein sehr verschiedenes Verhalten: während einzelne derselben, im Pulver mit conc. HNO_4 von 1,52 spec. Gew. angefeuchtet und auf dem Platinblech erhitzt, zu wurmförmigen Gebilden anschwellen, zeigen andere diese Reaction nicht. Zu der ersten Gruppe, welche als eigentliche Graphite von den die Aufblähungsreaction nicht gebenden »Graphititen« der zweiten Gruppe geschieden werden, gehören die Vorkommnisse von:

1. Graphit von Ticonderoga, N. Y.
2. - aus körnigem Kalk von Pfaffenreuth, Niederbayern.
3. Feinschuppig erdiger Ceylongraphit.
4. Grossblätterig-holzähnlicher Ceylongraphit.
5. Ceylongraphit des Handels.
6. Graphit aus Norwegen.
7. - von Bamle, Norwegen.
8. - von Marbach, Niederösterreich.
9. - von Argenteuil, Canada.
10. - aus Spanien.
11. - in zersetztem Gneiss von Pfaffenreuth.
12. - aus Massachusets.
13. - in Salit von Amity, N. Y.
14. - in Wollastonit von Greenville, Ontario.
15. - auf Gneiss von Skutterud, Norwegen.

Zur zweiten Gruppe, derjenigen der Graphitite, gehören:

1. Flaserig-grossblätteriger Graphit von Passau.
2. Graphit nördlich von der Tunguska, 600 Werst östlich von Turuchansk, Gouv. Jenisseisk, Sibirien.
3. Graphit von unbekanntem Fundort in Sibirien.
4. Säulenförmig abgesonderter Graphit von Colfax Co., Neu-Mexico.
5. Graphit aus Chiastolithschiefer von Burkhardtswalde, Sachsen.
6. Elektrischer Graphit.
7. Graphit von Altstadt in Mähren.
8. - *) - Stargård in Finland.
9. - *) - Wunsiedel, Fichtelgebirge.
10. - - Irkutsk, Sibirien.
11. - - Karsok, Omenask-Fjord, Grönland.
12. - - Wake Co., Nord-Carolina.
13. - - Takaschimiza, Kreis Fuen, Prov. Etschin, Japan.
14. - - Levigliani, Apenninen.
15. - - Diedelkopf, Tirol.

Die beiden Varietäten unterscheiden sich auch ferner dadurch, dass die erste Gruppe bei Behandlung mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure hellgelbliche, lichtdurchlässige, dünntaflige Kryställchen mit Spaltungsrichtungen liefert, welche sich beim Erhitzen unter Rücklassung eines ungeheuer aufgeblähten, lockigen, aus feinsten Fädchen bestehenden Rückstandes zersetzt, die Graphitite dagegen er-

*) Diese beiden Vorkommnisse, welche keine Krystallform erkennen lassen, stimmen in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften mit den übrigen Graphititen überein, es ist somit wahrscheinlicher, dass dieselben eine dichte Structur haben, als dass sie amorph sind, wie Verf. annimmt.

geben ein Pulver, welches aus unregelmässigen Partikeln ohne Spaltbarkeit besteht und dieses zersetzt sich beim Erhitzen unter Zurücklassung eines nicht aufgeblähten staubigen Pulvers.

Die Graphite der beiden Gruppen besitzen dieselbe Krystallform und die gleiche chemische Zusammensetzung, wie aus folgender Tabelle hervorgeht. 1. Graphite der ersten Gruppe: I. II. und III. Graphit von Ticonderoga in New York, IV. und V. feinschuppig-erdiger Graphit von Ceylon, VI. grossblätteriger holzähnlicher Graphit von Ceylon.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
C	99,87%	99,89%	99,86%	99,82%	99,75%	99,95%
H	0,11%	0,08%	0,12%	0,17%	0,20%	Spur
Summe	99,98%	99,97%	99,98%	99,99%	99,95%	99,95%

2. Graphitite der zweiten Gruppe: I., II. und III. Flaserig grossblätteriger Graphit von Passau. IV. Graphit von unbekanntem Fundort in Sibirien. V. Graphit aus Chiastolithschiefer von Burkhardtswalde, Sachsen. VI. Elektrischer Graphit.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
C	99,93%	99,99%	99,70%	99,89%	98,84%	99,00%
H	0,05%	Spur	0,18%	0,10%	0,21%	0,30%
	99,98%	99,99%	99,88%	99,99%	99,05%	99,30%

V. und VI. waren nicht vollständig rein. Was die Form der beiden Graphitvarietäten betrifft, so konnte bei den meisten Vorkommnissen wenigstens im Mikroskop eine gute Uebereinstimmung mit dem hexagonalen System constatirt werden. Nicht selten finden sich auch die hexagonalen Plättchen in den Gesteinen in Ketten zusammengereiht.

Interessant vom chemisch-geologischen Gesichtspunkte ist auch eine neue Methode der künstlichen Darstellung von Graphit, welcher aus geschmolzenen Silicaten durch langsame Abkühlung erhalten wurde.

Zu diesem Zweck wurde fein pulverisirtes Kaliglas mit Fluorcalcium, etwas Wasser und Russ unter einer Bedeckung von Fluorcalcium in einem Tiegel zusammengeschmolzen und durch langsame Erniedrigung der Flamme zur Krystallisation gebracht. Es hatten sich dabei wohlausgebildete Graphitkrystalle ausgeschieden; wenn die Erkaltung zu rasch war, blieb der Kohlenstoff im Glase gelöst und färbte das letztere bräunlichgelb.

Ref.: E. Weinschenk.

37. W. Luzi († in Leipzig): **Ueber künstliche Corrosionsfiguren am Diamant** (Ber. deutsch. chem. Ges. 1892, **25**, 2470).

Diamantkrystalle werden von geschmolzenem »blue ground« magmatisch resorbirt, und zwar bilden sich dabei sackähnliche Einbuchtungen, wie dies auch bei magmatischer Resorption von Silicatmineralien in den Eruptivgesteinen die gewöhnliche Erscheinung ist. Häufiger sind derartig behandelte Diamanten mit einer Schicht von Eisenoxyd überzogen und es sitzen nicht selten in den entstandenen Einbuchtungen kleine schwarze Kügelchen, welche magnetisch sind und unter Entwickelung von Gas von Salzsäure nur wenig angegriffen werden; zur genauen Untersuchung reichte das Material nicht aus.

Ref.: E. Weinschenk.

38. **J. L. C. Schröder van der Kolk** (in Leiden): **Ueber die Vortheile schiefer Beleuchtung im parallelen polarisirten Lichte** (Zeitschr. wiss. Mikrosk. u. mikrosk. Techn. 1892, 8, 456).

Wenn man eine beliebig geschliffene Platte eines optisch einaxigen Minerals im parallelen polarisirten Lichte um die Schwingungsrichtung des ausserordentlichen Strahles als Axe dreht, so wird die Interferenzfarbe erhöht, gleichgültig nach welcher Seite man die Drehung ausführt, und zwar ist die Erhöhung beiderseits für denselben Drehungswinkel die gleiche. Nimmt man dagegen als Drehungsaxe die Schwingungsrichtung des ordentlichen Strahles, so erfolgt (bei einem nicht genau parallel zur optischen Axe getroffene Schnitt) bei der Drehung nach der einen Seite Erhöhung, nach der anderen Erniedrigung der Interferenzfarbe. Dadurch ist man im Stande, in beliebigen Schnitten im Dünnschliff die Lage der optischen Axe eines optisch einaxigen Minerals und dann auch den Charakter der Doppelbrechung richtig zu bestimmen, anderntheils kann man auch optisch einaxige und optisch zweiaxige Mineralien mit ziemlicher Sicherheit unterscheiden, indem bei zweiaxigen die Aenderung der Polarisationsfarbe bei der Drehung um eine Schwingungsrichtung nicht nach beiden Seiten symmetrisch erfolgt.

Ref.: E. Weinschenk.

39. **H. v. Foullon** (in Wien): **Mineralogische Notizen** (Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1892, 171).

1. Schwefel mit Bleiglanz etc. von Truskawiec. Auf Stufen von einem neuen Anbruche fanden sich neben den früher beschriebenen*) drei Generationen von Schwefel, Aggregate von Bleiglanzwürfeln in grosser Zahl eingesprengt, welche oberflächlich meist frisch und nur selten mit einer Rinde von Bleisulfat überzogen sind. Selten findet sich daneben noch schalige Blende und dünne Zwillinge von Gyps. 2. Mineralien von Mies in Böhmen. Auf einer Stufe mit der Etikette »bei der Mühle über der Neuprokopizeche S. Mies« findet sich auf rauchgrauem Quarz ein lebhaft gelber Ueberzug, welcher nach der qualitativen Untersuchung als Greenockit anzusehen ist. Es wurde daher Mieser Blende auf einen Gehalt an Cadmium untersucht. Die Analyse ergab: *Cd* 0,64, *Cu* 0,18, *Pb* 0,04, *Zn* 62,76, *Fe* 1,79, *S* 32,42, SiO_2 1,60. Summe 99,43. Als neue Vorkommnisse für Mies wurden ferner beobachtet bräunliche krummflächige Rhomboëder von Eisenspath mit viel Pyrit und wenig Blende in Quarz eingewachsen. 3. Calcit etc. auf Siderit von Malenowitz in Schlesien. Dichter Thoneisenstein trägt einen Ueberzug von Siderit, dessen Krystallenden $\{11\bar{1}\}$ zeigen, darüber folgt eine jüngere Bildung von Siderit mit $\{100\}$ und $\{110\}$, dann kommen kleine, schlechte Dolomitrhomboëder und endlich einzelne grössere Calcitkrystalle mit gerieftem $\{110\}$. Wasserheller Quarz ist hin und wieder mit einer Prismenfläche auf dem Siderit aufgewachsen und als letzte Bildung treten kleine Aggregate von lichtgrünem Chlorit auf. 4. Chromglimmer, Fuchsit von Dobschau. In dem Spatheisensteingangzuge, welcher nördlich von Dobschau im Schiefer aufsetzt, findet sich grüngefärbter Quarz mit Putzen von Pyrit und Trümern von weissem Spath. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass die Grünfärbung auf einen in unregelmässiger Weise eingeschlossenen Chromglimmer zurückzuführen ist, welcher starke Chromreaction giebt; er gehört nach den Ergebnissen der qualitativen Untersuchung zu den Muscoviten. 5. Antimonit, Zinnober

*) Vergl. Ref. diese Zeitschr. 12, 525.

etc. aus dem Antimonwerk »Bergwerk« (Bánya) bei Schlaining (Szálonak). An Krystallen von Antimonit wurden {010} {110} {111} und selten {121} beobachtet, die Krystalle sind mannigfach gekrümmt und zeigen Andeudungen anderer Formen, derbstenglige Massen haben Ueberzug von Antimonocker. Der Antimonit ist öfter bedeckt von tropfenartigen, halbkugeligen Aggregaten von Zinnober, welch letzterer ebenso in benachbarten graphitischen Schiefern sich findet. 6. Schwefel und Realgar von Allchar (Macedonien). Auf Antimonit, welcher vielfach in Antimonocker mit Spuren von Antimonblende umgewandelt ist, findet sich Schwefel in vielen, flächenreichen Krystallen, von welchen einige dicktafeligen Habitus besitzen und neben der vorwaltenden Basis das Prisma {110} verhältnissmässig stark entwickelt haben. Zusammen mit dem Antimonit und mit diesem gleichzeitiger Bildung finden sich prachtvolle, bis 1 cm grosse Krystalle von Realgar, dieselben sind nach *c* gestreckt und nach (110) und ($\bar{1}\bar{1}0$) tafelig. Beobachtet wurden: {100}, {210}, {430}, {110}, {010}, {032}, {011}, {012}, {001}, {$\bar{2}32$}, {$\bar{1}11$}, {$\bar{2}12$}, {$\bar{2}01$}, und wahrscheinlich {$\bar{4}31$}. 7. Manganspath aus der Grube Ary Maghara bei Balia-Maaden in Kleinasien. In einer Druse auf einem Gemenge von Bleiglanz, Blende, Fahlerz, Pyrit etc. finden sich grosse Rhomboëder {100} hie und da durch die Basis abgestumpft, weiss bis ganz schwach röthlich. Die Analyse ergab: FeO 0,74, MnO 19,67, MgO 4,62, CaO 32,05. Die Flächen sind meist rauh und von den Kanten nach innen zu lässt sich hin und wieder partielle Lösung erkennen. Daneben finden sich Pentagondodekaëder von Pyrit und schlecht ausgebildete {110} von Calcit.

Ref.: E. Weinschenk.

40. H. v. Foullon (in Wien): **Ueber einige Nickelerzvorkommen** (Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1892, **42**, 223).

Auf Gängen und Adern in umgewandelten Gesteinen, welche durch einen Gehalt an Olivin*) charakterisirt sind, finden sich Nickelsilicate von sehr wechselnder Zusammensetzung; der Nickelgehalt wird auf den Olivin zurückgeführt, welcher zu Riddle, Oregon, wo derartige Erze im Harzburgit auftreten, 0,32% NiO aufweist, während im Bronzit kaum Spuren sind. Der Antigoritserpentin von Revda im Ural ergab einen Gehalt an NiO von 0,33—0,36%. Die Nickelerze wurden in sorgfältig gereinigten Proben von Riddle, Revda und Neu-Caledonien untersucht, sie bestanden aus lichtgrünen, optisch einaxigen, anscheinend sechsseitigen Blättchen. Die Analysen ergaben:

	Revda:	Riddle:	Neu-Caledonien:
SiO_2	54,15	48,82	34,60
Fe_2O_3	0,27	0,06	0,52
Al_2O_3	0,23	—	0,69
NiO	27,61	19,04	46,87
MgO	6,82	18,49	5,35
H_2O bei 120°	3,65	9,26	2,52
H_2O Glühverl.	4,09	3,03	7,68
	96,82	98,70	98,23

Der Ausfall in den Analysen dürfte in den Wasserbestimmungen als Glühverlust liegen. Es scheinen somit talkähnliche Mineralien, in welchen MgO durch

*) Auch der Antigoritserpentin von Revda, Ural, dürfte davon keine Ausnahme machen, wie der Verf. annimmt, da nach den neueren Untersuchungen des Ref. Antigorit nicht von Pyroxen, sondern von Olivin abzustammen pflegt.

NiO ersetzt ist, zu existiren, anderntheils solche, welche dem Garnierit nahestehen.

Ferner wurden Erze aus der Umgebung von Frankenstein, und zwar vom Kosemützer Windmühlenberge, durch Schlämmen isolirt und analysirt. Das eine der erhaltenen Producte bestand aus gelblichgrünen, anscheinend optisch zweiaxigen Blättchen, während eine andere Probe aus apfelgrünen einaxigen Blättchen bestand. Beim Glühen werden dieselben tombackbraun und bleiben dabei zum Theil durchsichtig; man erkennt dann, dass sich der Winkel der optischen Axen vergrössert hat. In frischem Zustande werden beide von heisser Salzsäure zersetzt, in geglühtem scheint dies nicht mehr vollkommen der Fall zu sein. Die Analysen ergaben:

	Gelbgrüne Blättchen:	Apfelgrüne Blättchen:
SiO_2	38,42	40,05
Al_2O_3	9,76	4,52
Fe_2O_3	5,68	2,20
FeO	0,59	0,53
NiO	8,88	21,17
MgO	20,22	18,23
CaO	—	Spur
Glühverl.	16,68	14,06
	100,23	100,76

Es scheinen in beiden Substanzen isomorphe Mischungen vorzuliegen, welche in die Nähe der Chloritgruppe gehören. Doch finden sich bei Frankenstein auch thonerdefreie Nickelsilicate, so z. B. traubige Ueberzüge auf Serpentin vom Buchberge bei Baumgarten ergaben: SiO_2 44,74, Al_2O_3 0,00, Fe_2O_3 1,29, NiO 27,02, MgO 15,38, Glühverl. 10,29; Summe 98,72. Ferner ergab eine makroskopisch als Pimelith sich darstellende Probe aus einem Schurf nördlich vom Gumberg bei Frankenstein, welche aus zeisiggrünen Nadeln bestand: SiO_2 51,88, Al_2O_3 3 94, Fe_2O_3 2,33, FeO 1,19, NiO 2,79, MgO 22,76, CaO 10,57, Glühverlust 3,85; Summe 99,49. Das Mineral besteht also aus einer strahlsteinartigen Hornblende. Endlich wird noch von denselben Lagerstätten eine Analyse eines Chlorites aus einem »Chloritschiefer« von Iwanofsk, 12—13 Werst westlich von Jekaterinburg, gegeben, das Resultat ist: SiO_2 26,02, Al_2O_3 21,67, Fe_2O_3 4,60, FeO 4,45, MgO 30,95, H_2O 11,99; Summe 99,68.

Ref.: E. Weinschenk.

41. E. Döll (in Wien): **Mineralogische Notizen** (Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1892, 353).

1. Der Serpentin von Sct. Lorenzen bei Trieben im Paltenthale in Steiermark. Der Serpentin ist mehrfach zerklüftet und von Trümern von Asbest, Pikrosmin und Talk durchzogen, ferner finden sich in demselben Chlorit, Magnetit, Dolomit und Breunerit, Spargelstein, Magnetkies, Calcit und Quarz, sowie endlich Strahlstein, in welch letzterem der Verf. das Muttermineral des Serpentins erblickt. 2. Quarz nach Epidot, eine neue Pseudomorphose. Klüfte in — dem obigen Serpentin benachbarten — Hornblendegesteinen sind durch asbestartige Hornblende, Chlorit, Epidot, Calcit und Quarz ausgekleidet. Die stengeligen Individuen des Epidot lassen z. Th. eine drusige Beschaffenheit und eine oberflächliche Umänderung in dichten Quarz erkennen. 3. Gold in Breunerit von Prägraten. Ein erbsengrosses Stück Gold steckt

zusammen mit Magnetit, Talk und Apatit in grobkörnigem Breunerit vom Hohen Happ bei Prägraten. [Es steht dieses Goldvorkommen thatsächlich mit dem Serpentin in Verbindung, welch letzterer aber als Abkömmling eines Peridotits anzusehen ist; es treffen daher die Schlussfolgerungen des Verf. über den Zusammenhang dieses Goldvorkommens mit »Thonmagnesiahornblenden« nicht zu. Anm. des Ref.]

Ref.: E. Weinschenk.

42. E. Cohen (in Greifswald): **Meteoreisenstudien. II.** (Ann. k. k. naturhistor. Hofmuseums 1892, 7, 143).

Folgende Meteoreisenbestandtheile wurden in reinem Zustande analysirt: I. Tänit aus dem Meteoreisen von Chupaderos, Huejuquilla (Jimenez), Chihuahua, Mexico. II. Tänit aus Meteoreisen von Misteca, Oaxaca, Mexico. III. Zackige Stücke aus Meteoreisen von Magura, Szlanicza, Arva, Ungarn. IV. Zackige Stücke aus Meteoreisen von Staunton, Augusta Co., Virginia. V. Zackige Stücke aus Meteoreisen von Toluca, Mexico.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Angew. Subst.	0,1630 g	0,2800 g	0,8528 g	0,7730 g	0,7702 g
Fe	64,81	73,54*)	93,75	92,49	93,55
Ni	32,94	29,71	5,65	6,38	5,44
Co	1,35	0,59	0,61	0,63	0,58
P	0,64	0,36	0,18	0,24	0,20
C	Spur	0,36	0,20	0,05	0,12
	99,74	104,56*)	100,39	99,79	99,89

Ref.: E. Weinschenk.

43. M. Tscherne (in Wien): **Meerschaum von Bosnien und Mähren** (Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1892, 100).

Ein Vorkommen von Meerschaum von Ljubicplanina in Bosnien erwies sich nach der Analyse als ein etwas entwässerter Meerschaum mit Magnesit und Einschlüssen von Olivinpseudomorphosen. Ferner wurden Stücke von Meerschaum vom Dorfe Kremmna bei Prujawor, Bosnien, untersucht, sie erwiesen sich als Gemenge von Magnesit, mit freier Kieselsäure und einem stark entwässerten Meerschaum. Ein äusserlich ähnliches Vorkommen von Hrubschitz in Mähren ist ein ganz inhomogenes Gemenge von den verschiedenen Zersetzungsproducten des Serpentins.

Ref.: E. Weinschenk.

44. C. v. John (in Wien): **Ueber die chemische Zusammensetzung der Pyrope und einiger anderer Granate** (Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1892, 42, 53).

Von Pyrop von Meronitz wurde vollständig reines und frisches Material ausgelesen, das Chrom zweimal gewichtsanalytisch, sowie durch Titration bestimmt und zur Bestimmung des Eisenoxyduls das Material sowohl im zugeschmolzenen Glasrohre als auch direct im Platintiegel aufgeschlossen und titrirt. Resultat Analyse I. Ebenso wurde beim Pyrop von Triblitz (Analyse II) verfahren.

*) Der Ueberschuss der Analyse dürfte in der zu hohen Eisenbestimmung liegen.

	I.	II.
SiO_2	41,72	41,99
Al_2O_3	21,63	21,25
Cr_2O_3	1,98	1,80
Fe_2O_3	1,61	1,84
FeO	7,53	7,88
MnO	0,13	0,38
CaO	4,34	5,38
MgO	21,42	20,12
	100,36	100,64
Spec. Gew.	3,7099	3,710

Es wurden ferner rothe (Analyse III) und nelkenbraune Granate (Analyse IV) aus Australien, näherer Fundort unbekannt, analysirt.

	III.		IV.
SiO_2	38,63	38,76	38,53
Al_2O_3	20,25	19,96	20,06
Fe_2O_3	1,97	2,32	2,56
FeO	27,32	26,98	23,93
MnO	1,45	1,63	4,01
CaO	3,40	3,26	5,04
MgO	8,49	8,23	7,53
	101,51	101,14	101,66
Spec. Gew.	4,087		4,039

Des weiteren wurden untersucht: ein etwas in's Violette spielender Granat aus Indien (V.), edler Granat von Olahpian (VI.), welcher nur schwer von den Einschlüssen vom Magnetit zu reinigen war, ein gelbbrauner Colophonit von Williamsbury, N. Y. (VII.), welcher sich zusammen mit Wollastonit findet, endlich ein apfelgrüner, etwas in's Gelbliche spielender Granat von Rezbanya, Ungarn (VIII.), welcher mit Calcit vergesellschaftet ist.

	V.	VI.	VII.	VIII *).
SiO_2	36,76	37,62	36,25	35,32
Al_2O_3	19,46	18,50	3,50	0,80
Fe_2O_3	2,89	5,77	26,89	29,23
FeO	34,32	28,15	0,82	1,32
MnO	2,01	0,22	—	—
CaO	1,40	1,65	32,98	32,22
MgO	3,31	9,12	Spur	0,46
	100,25	101,03	100,44	100,10
Spec. Gew.	4,1236	4,046		

Aus den Analysen I. und II. folgt, dass das Chrom im Pyrop aller Wahrscheinlichkeit nach als Cr_2O_3 enthalten ist. Die Granate III., IV., V. und VI. sind mehr oder weniger MnO-haltige Eisenthongranate, VII. und VIII. endlich sind eigentliche Kalkeisengranate mit nur sehr geringen Beimischungen.

Ref.: E. Weinschenk.

*) Glühverl. 0,75.

45. C. v. John (in Wien): **Ueber Salze von Kalusz und Aussee** (Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1892, **42,** 341).

Die Analysen, welche vor allem technisches Interesse bieten und auch von technischen Gesichtspunkten aus ausgeführt wurden, zeigen, dass ausser Steinsalz und Anhydrid unter den untersuchten Salzen von Kalusz namentlich Carnallit und Kainit vorhanden sind, unter denen von Aussee dagegen namentlich Polyhalit und ein dem Löweït oder Blödit nahestehendes Salz.

Ref.: E. Weinschenk.

46. Derselbe: Ueber steierische Graphite (Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1892, 411).

Die Vorkommnisse von Graphit, welche vom Ennsthal ab durch die Thäler der Palten und Liesing und weiter dem Murthal entlang durch das Afflenzer Becken bis nahe an Gloggnitz heran einen fast ununterbrochenen Zug bilden, sind nach ihren chemischen Eigenschaften zum eigentlichen Graphit, nicht zum Graphitoid zu stellen.

Ref.: E. Weinschenk.

47. L. Duparc und **L. Mrazec** (in Genf): **Beryll vom Montblanc** (Aus: »Recherches sur la protogine du Montblanc etc.« Arch. sc. phys. nat. 1892, **27,** 659).

Aus dem sogenannten Beryllgranit des Montblanc wurde der Beryll isolirt, derselbe besteht aus: SiO_2 63,64, BeO 9,94, Al_2O_3 19,19, FeO 5,00, CaO Spur, MgO 1,16, Glühverlust 1,07; Summe 100,00.

Ref.: E. Weinschenk.

48. K. von Chrustschoff (in St. Petersburg): **Mineralanalysen** (Aus: »Ueber eine Gruppe eigenthümlicher Gesteine vom Taimyr-Lande aus der Middendorff-schen Sammlung«. Melanges géol. et paléontol. 1892, **1,** 153).

Aus einem phonolithartigen Gesteine aus dem Taimyrflusse wurde Anorthoklas isolirt, er enthält: SiO_2 64,59, Al_2O_3 19,84, Fe_2O_3 2,24, CaO 1,26, MgO 0,63, K_2O 3,53, Na_2O 7,88; Summe 99,97. Spec. Gew. 2,572—2,602. Nosean aus demselben Gesteine ergab: SiO_2 37,83, Al_2O_3 26,59, Fe_2O_3 0,38, Na_2O 22,40, K_2O 1,63, CaO 0,54, H_2O 0,87, Cl 1,66, SO_3 8,68; Summe 99,98. Spec. Gew. 2,266.

Ref.: E. Weinschenk.

Autorenregister.

Sachregister.

A.

D.

N.

O.

P.

Berichtigungen und Zusätze.

Zum 23. Bande.

Seite 276 Zeile 4 von unten lies: »Störungen der pyroëlektrischen Constanten, sowie der Schwankungen in der Lage der pyroëlektrischen Pole« statt »Störungen der pyroëlektrischen Pole«.

- 492 - 12 - unten - »15, 206« statt »15, 106«.

- 579 - 4 - oben - »$\begin{matrix}CH_2CO\\CH.JCO\end{matrix}>NH$« statt $\begin{matrix}CH_2CO\\CHJO\end{matrix}>NH$«.

- 579 - 13 - - - »84° 54'« statt »94° 54'«.

- 579 - 9 - - - »$v = \{22\bar{1}\}$« statt »$o' = \{22\bar{1}\}$«.

- 579 - 7 - unten - »$o = \{111\}$« statt »$o' = \{111\}$«; ferner »v auftritt« statt »o' auftritt«.

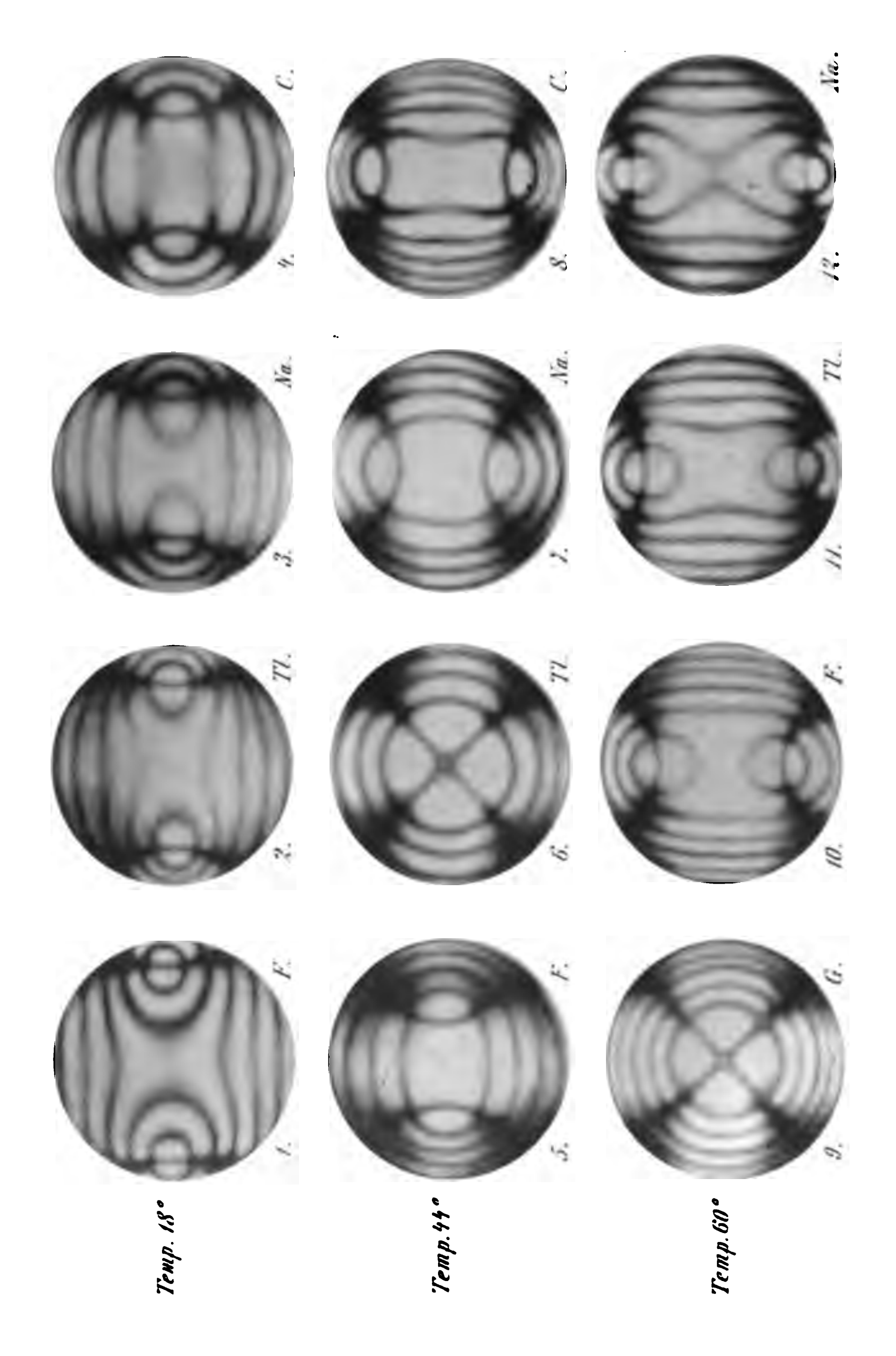
- 579 - 5 - - - »v« statt »o'«.

- 580 - 25 - oben - »Pentaërythrit« statt »Pentaerythrit«.

- 583 - 1 - - - »2?07« statt »2?7«.

Zeile 10 und 14 von oben lies: »Seherr-Thoss« statt »Seherr-Toss«; Zeile 3 von unten ebenso.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

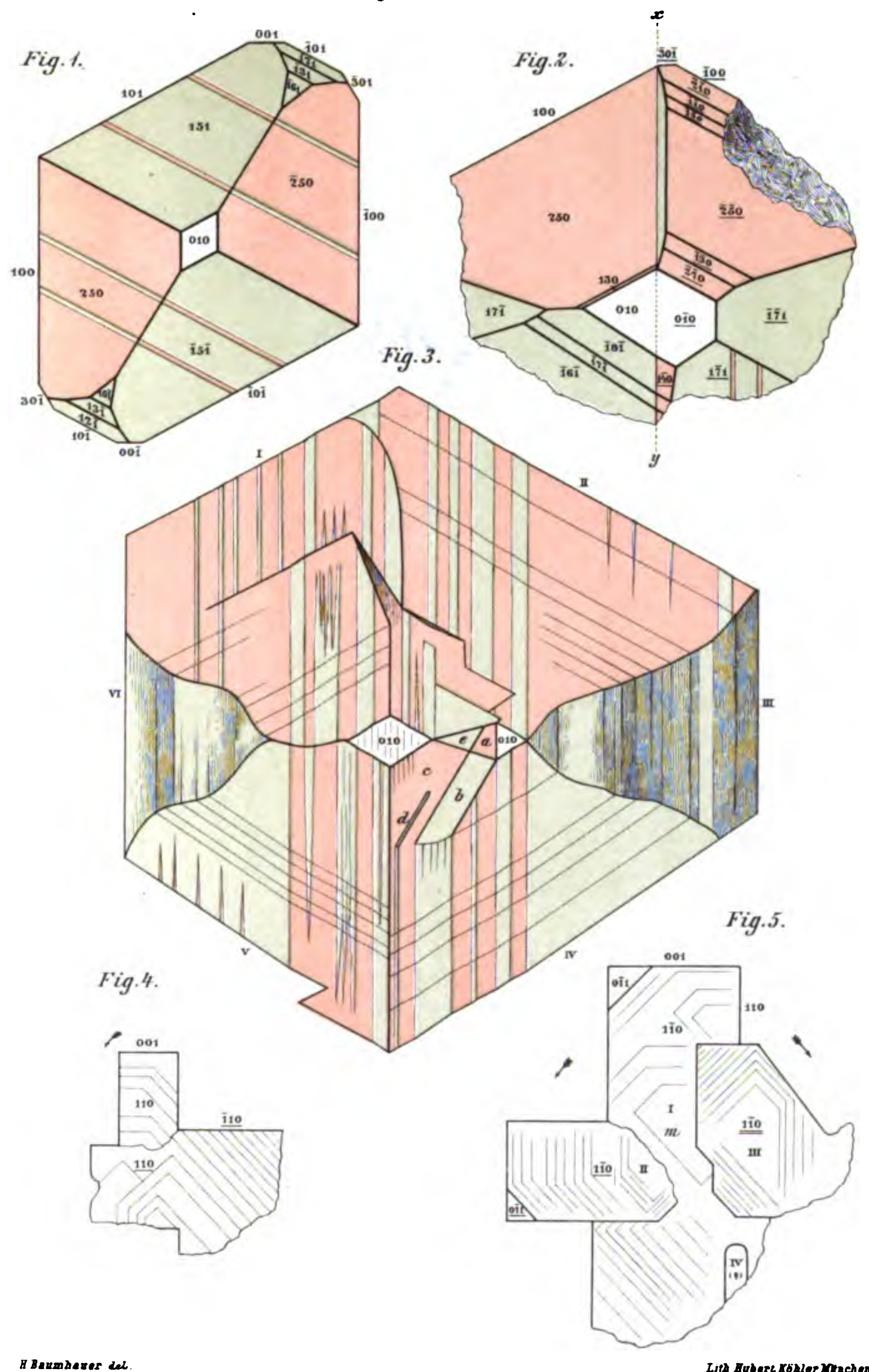


Aut. phot. Lith. Hubert Kohler Mü

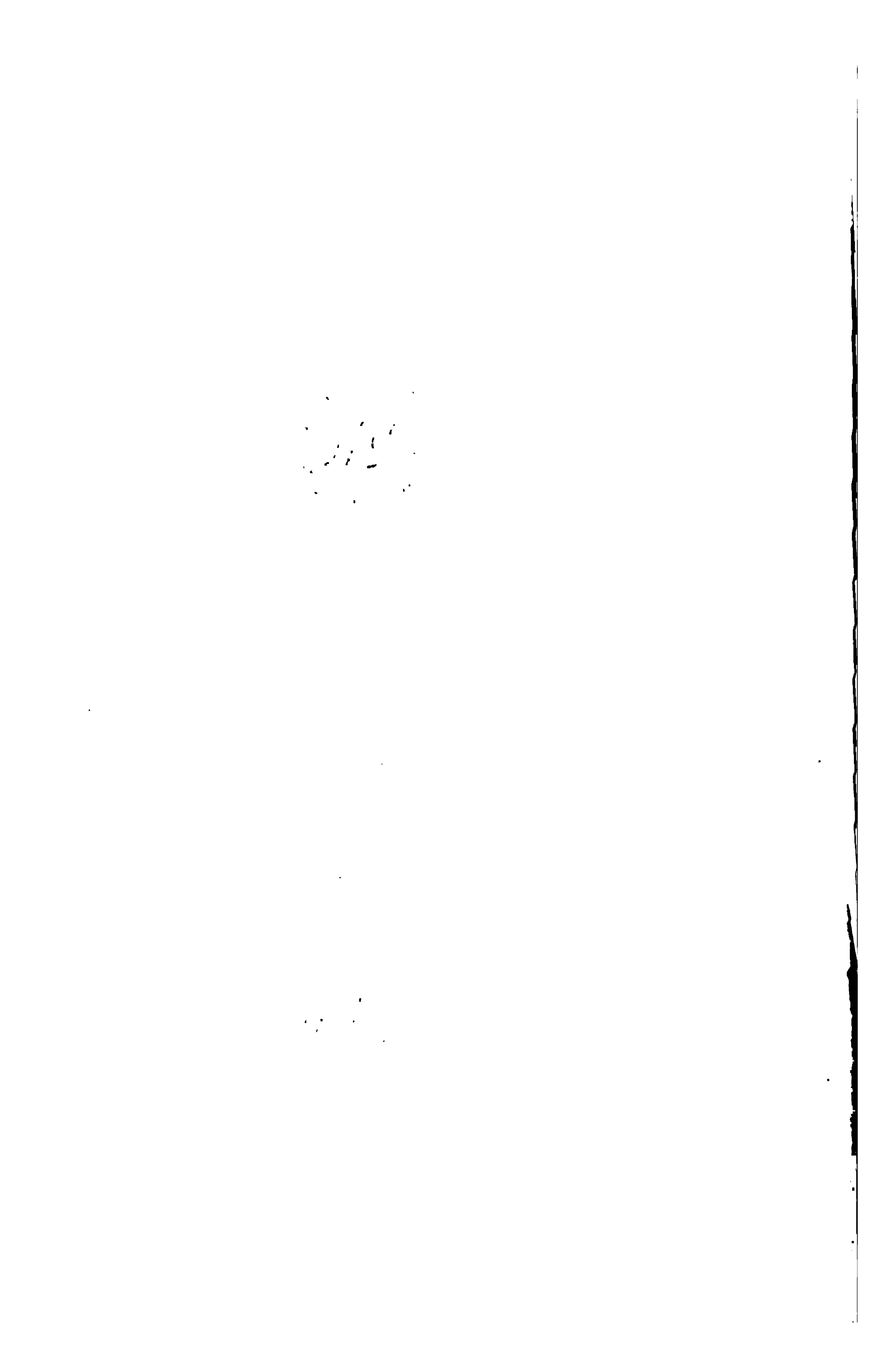


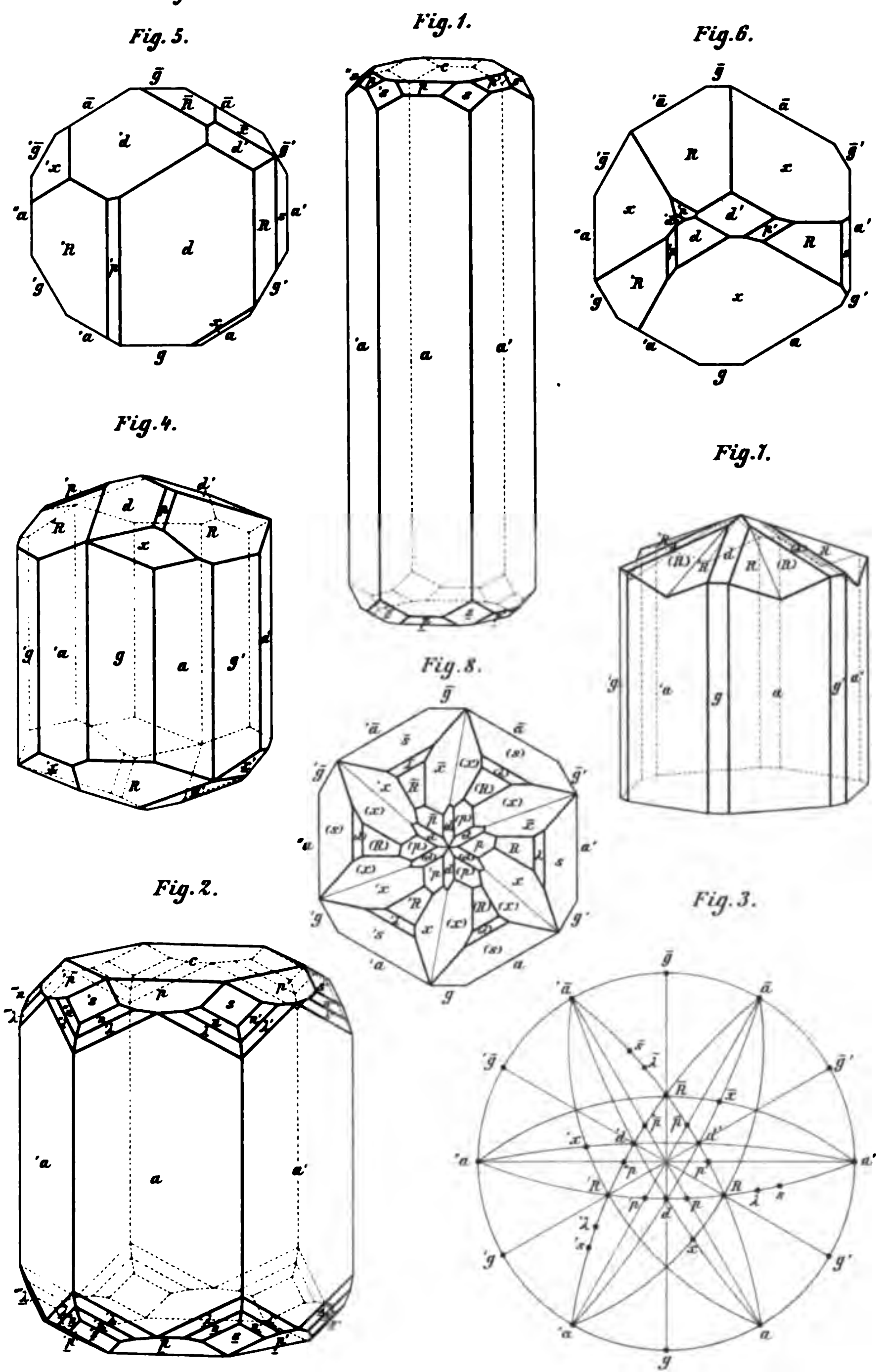


H. Baumhauer, Jordanit, Kryolith. **Taf. II.**

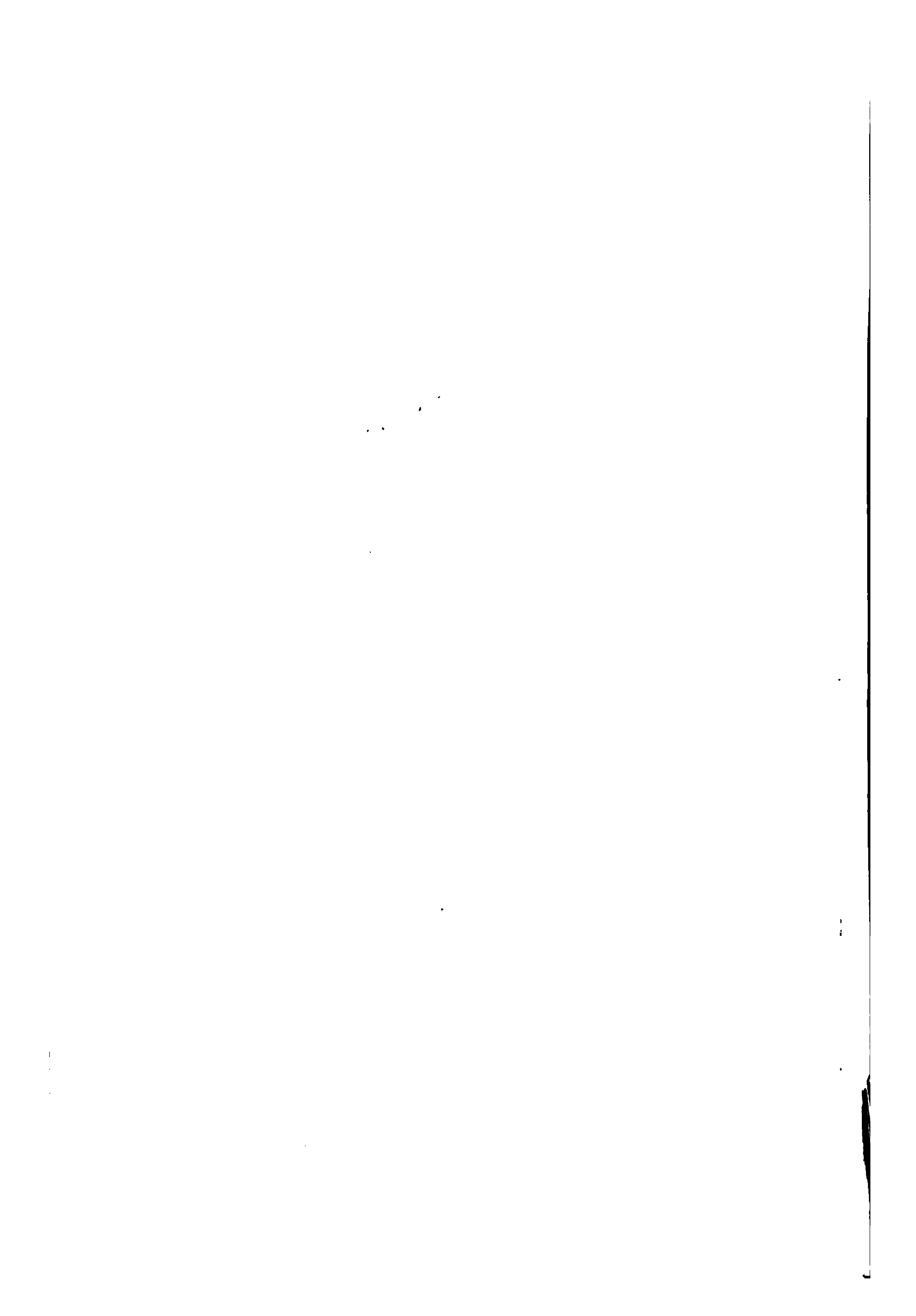


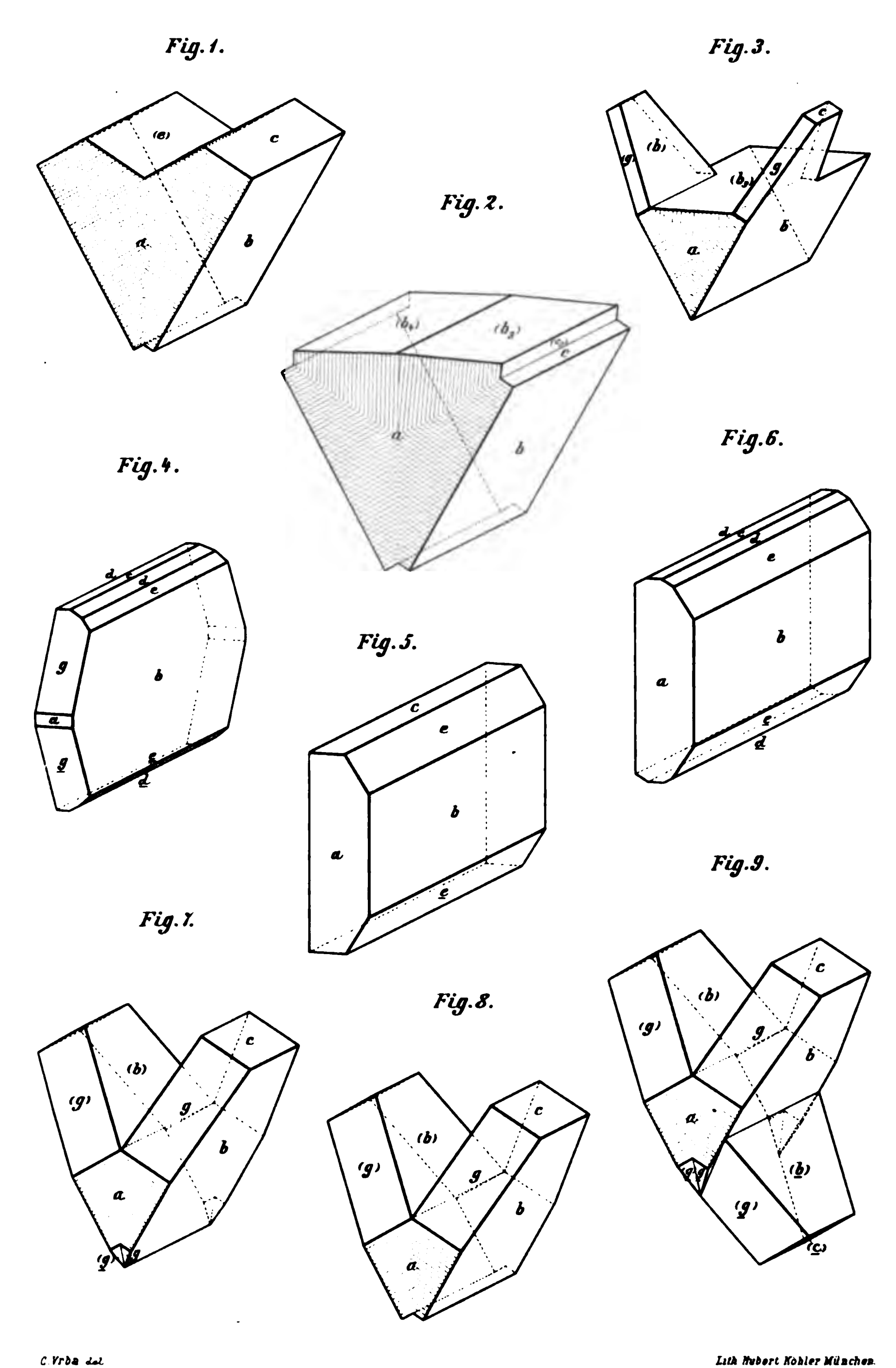
H Baumhauer del. Lith Hubert Köhler München





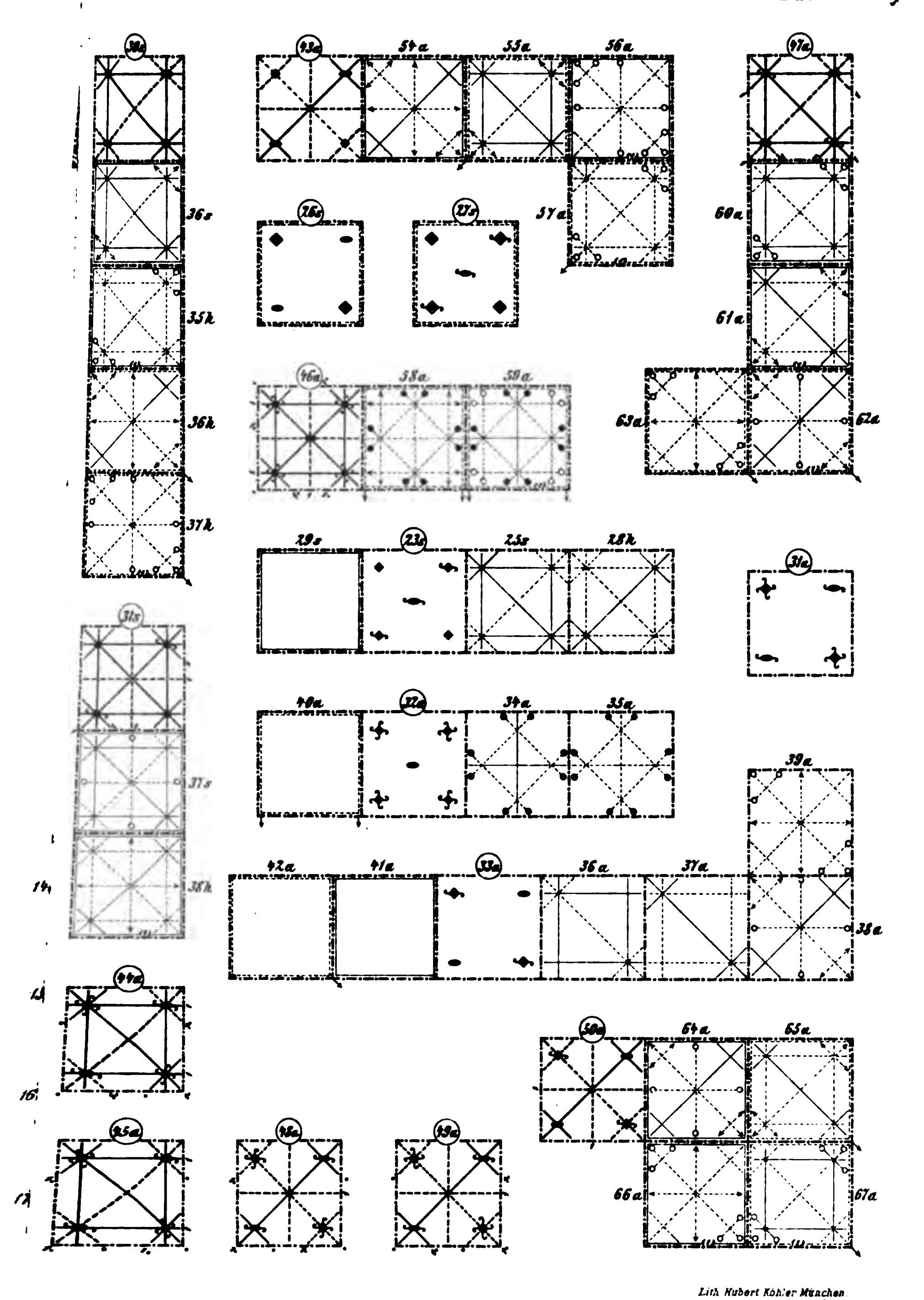
C Vrba del. Lith Hubert Köhler München.



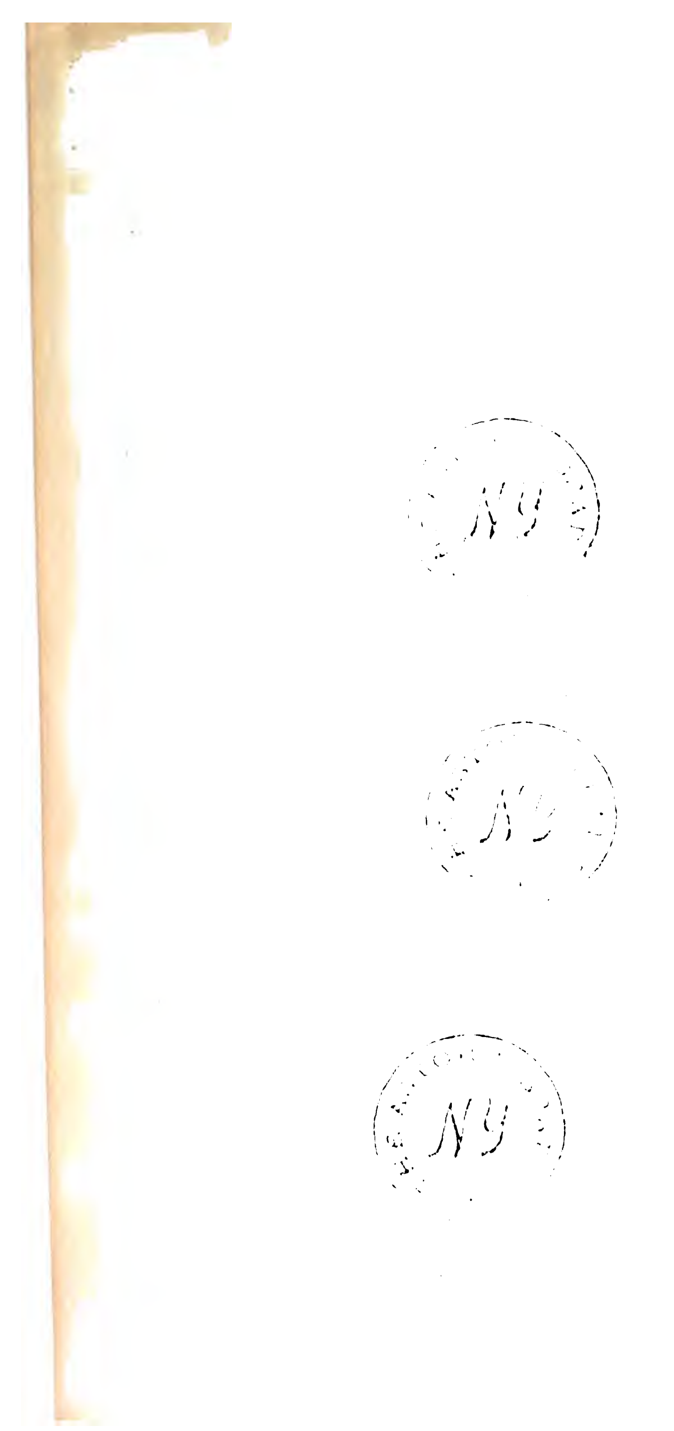


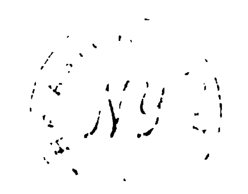
C. Vrba del. Lith. Hubert Köhler München.

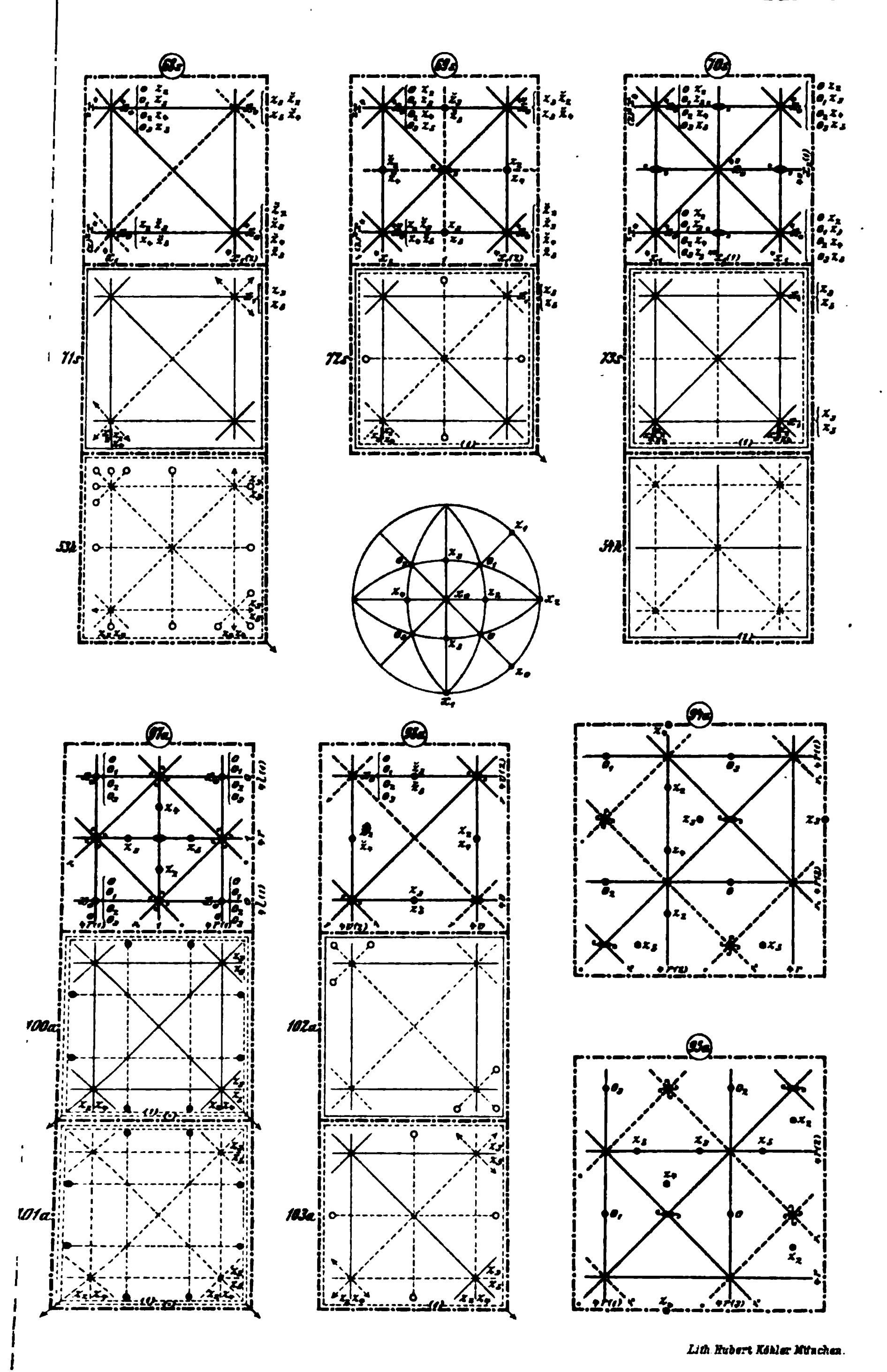
Taf. V.



Lith. Hubert Köhler München

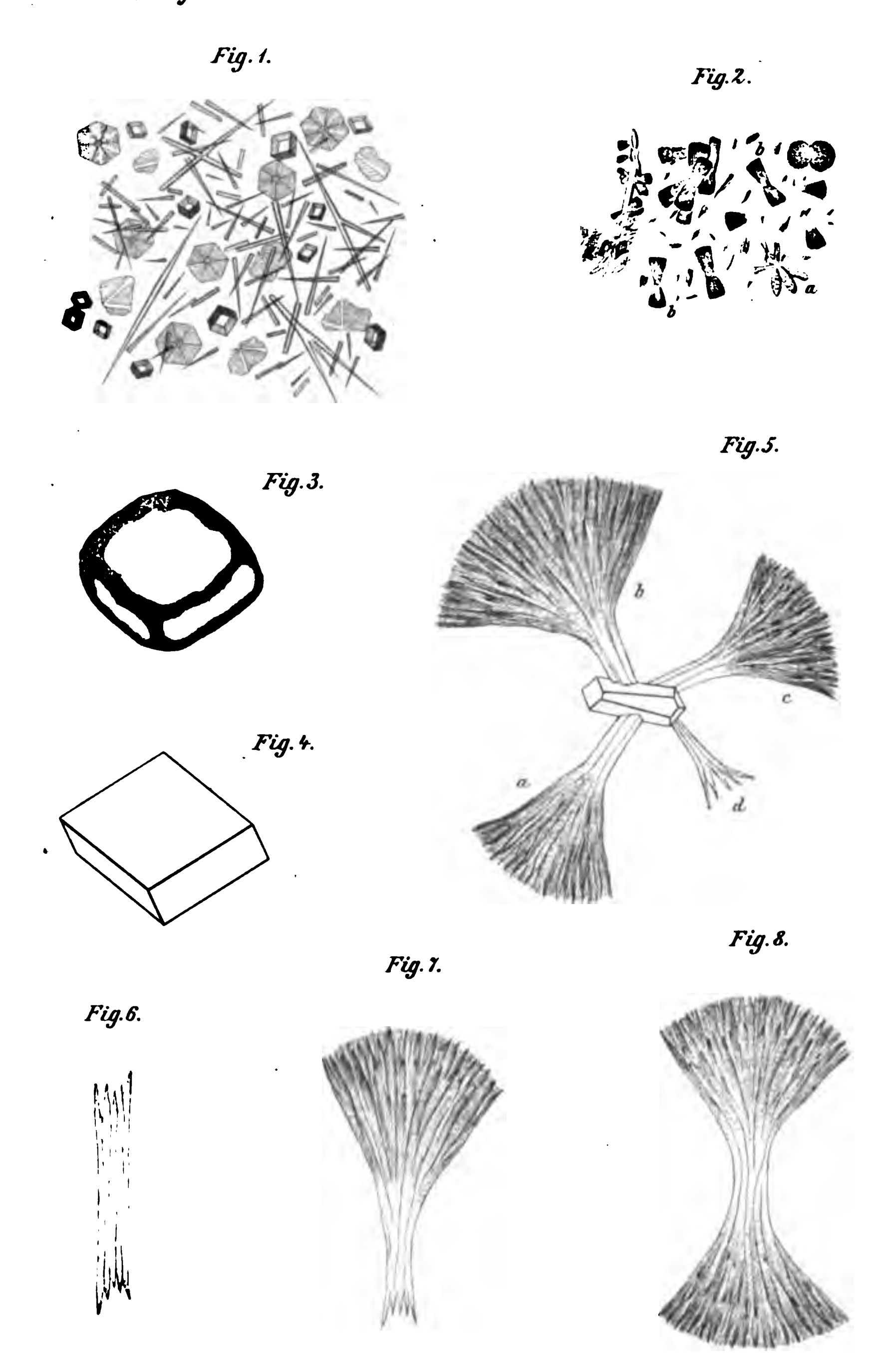






Lith. Hubert Köhler München.





H. Vater del.

Lith. Hubert Köhler München.

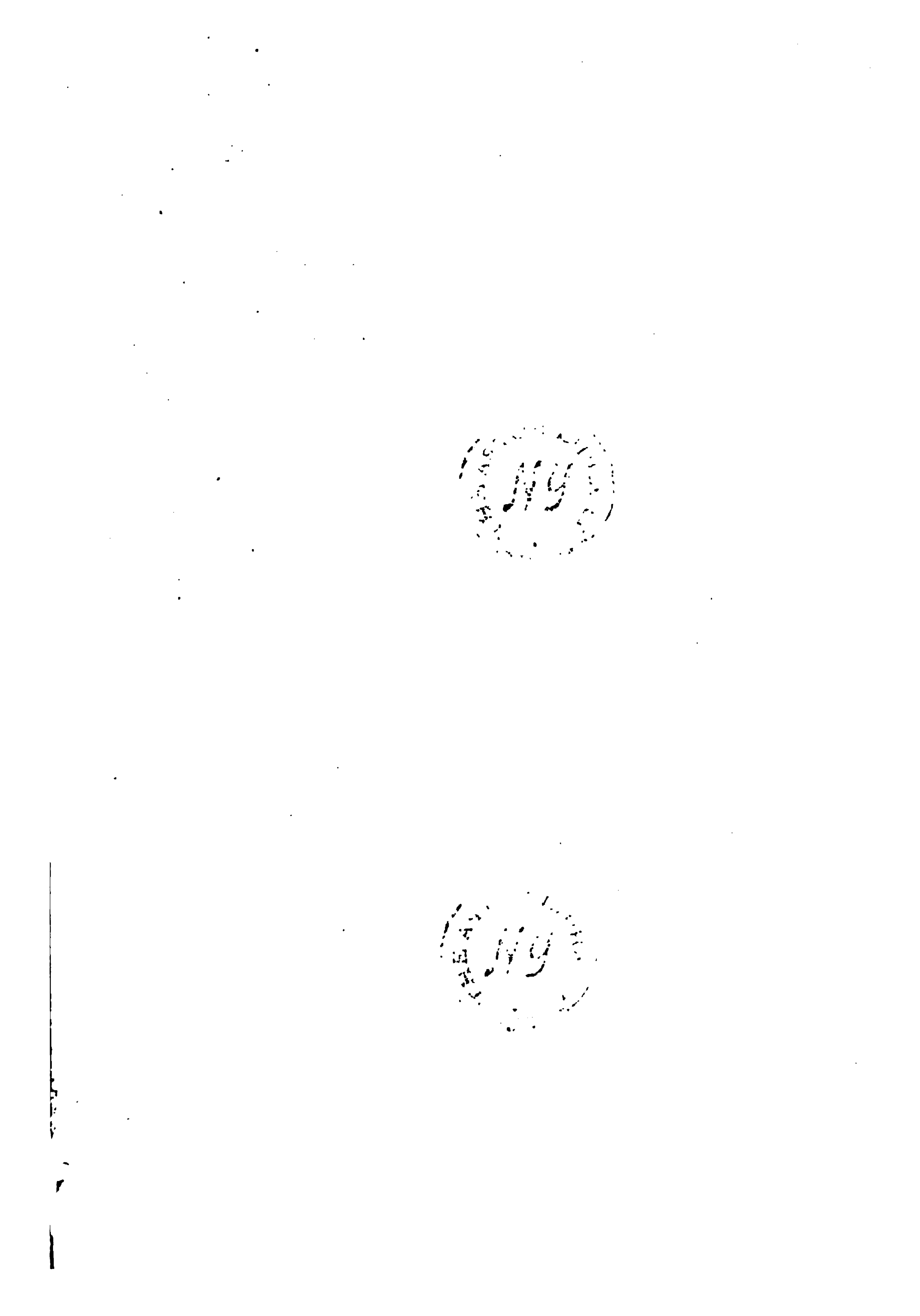
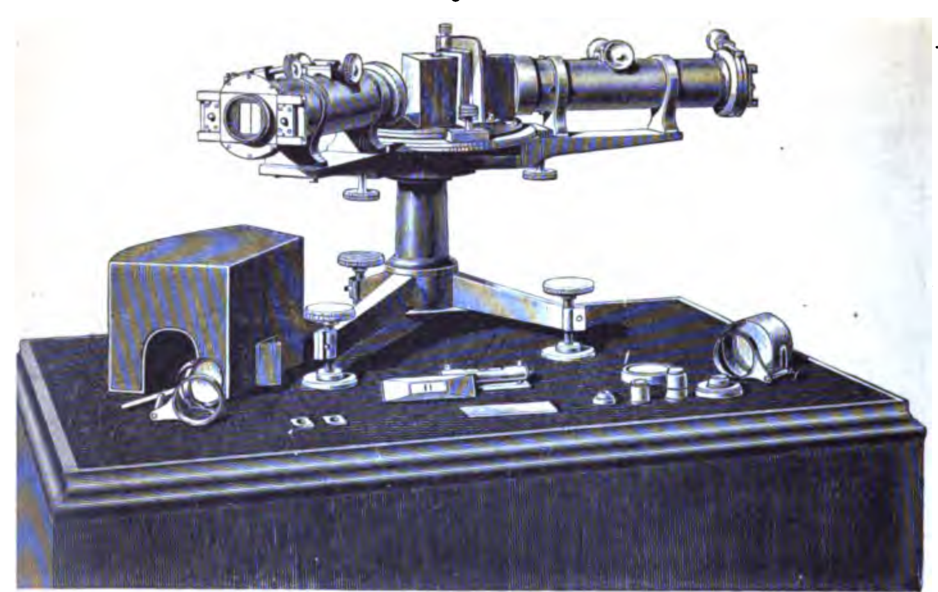


Fig. 1.



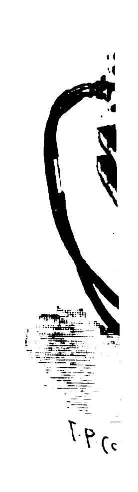
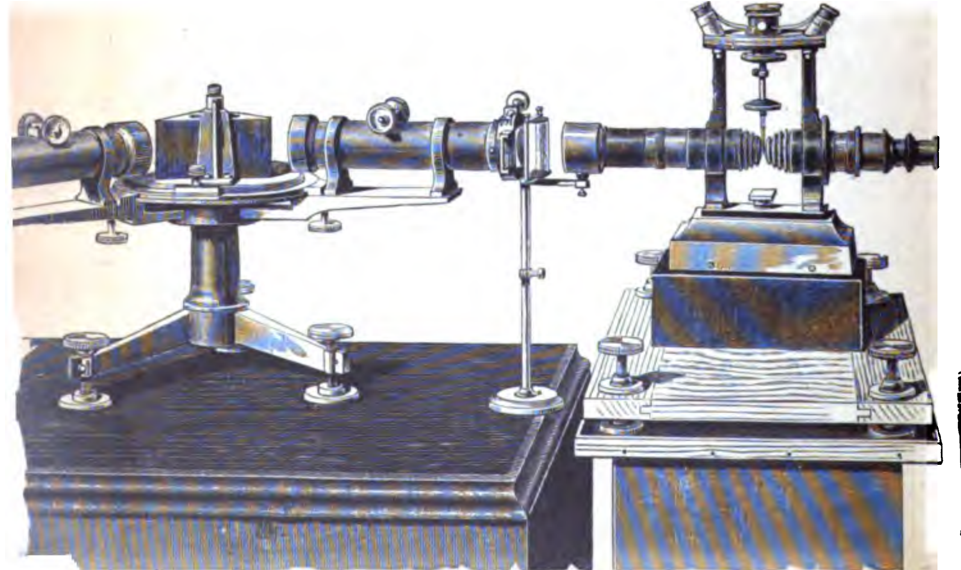
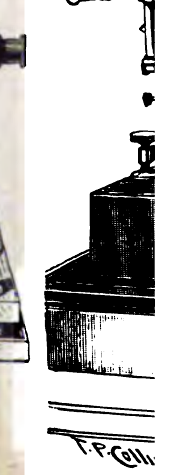


Fig. 3.





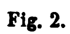


Fig. 2.

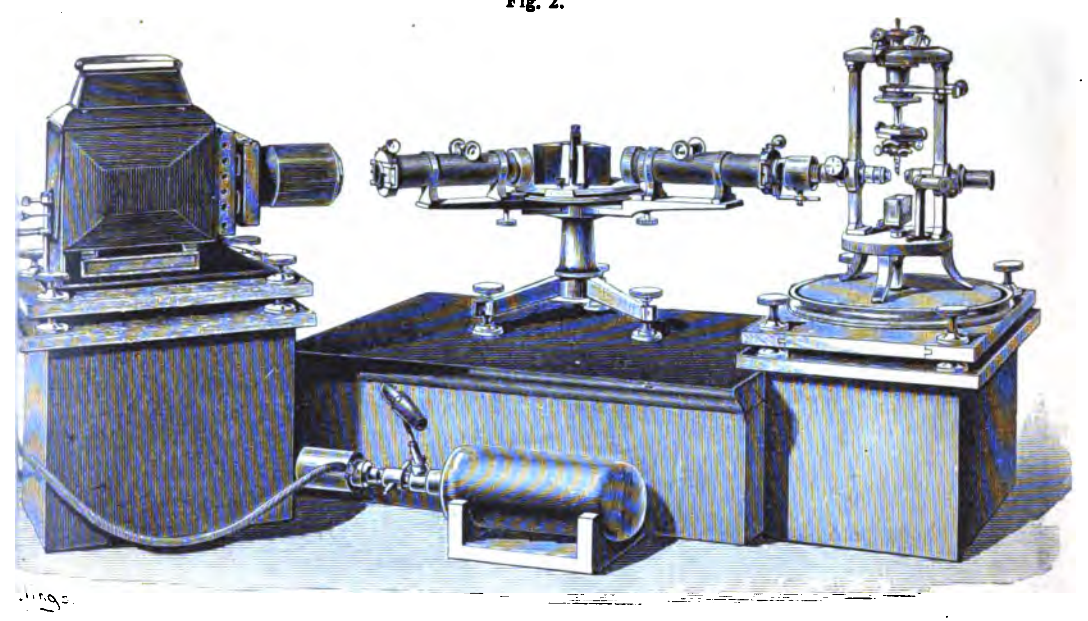
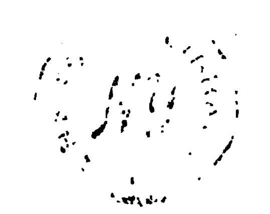


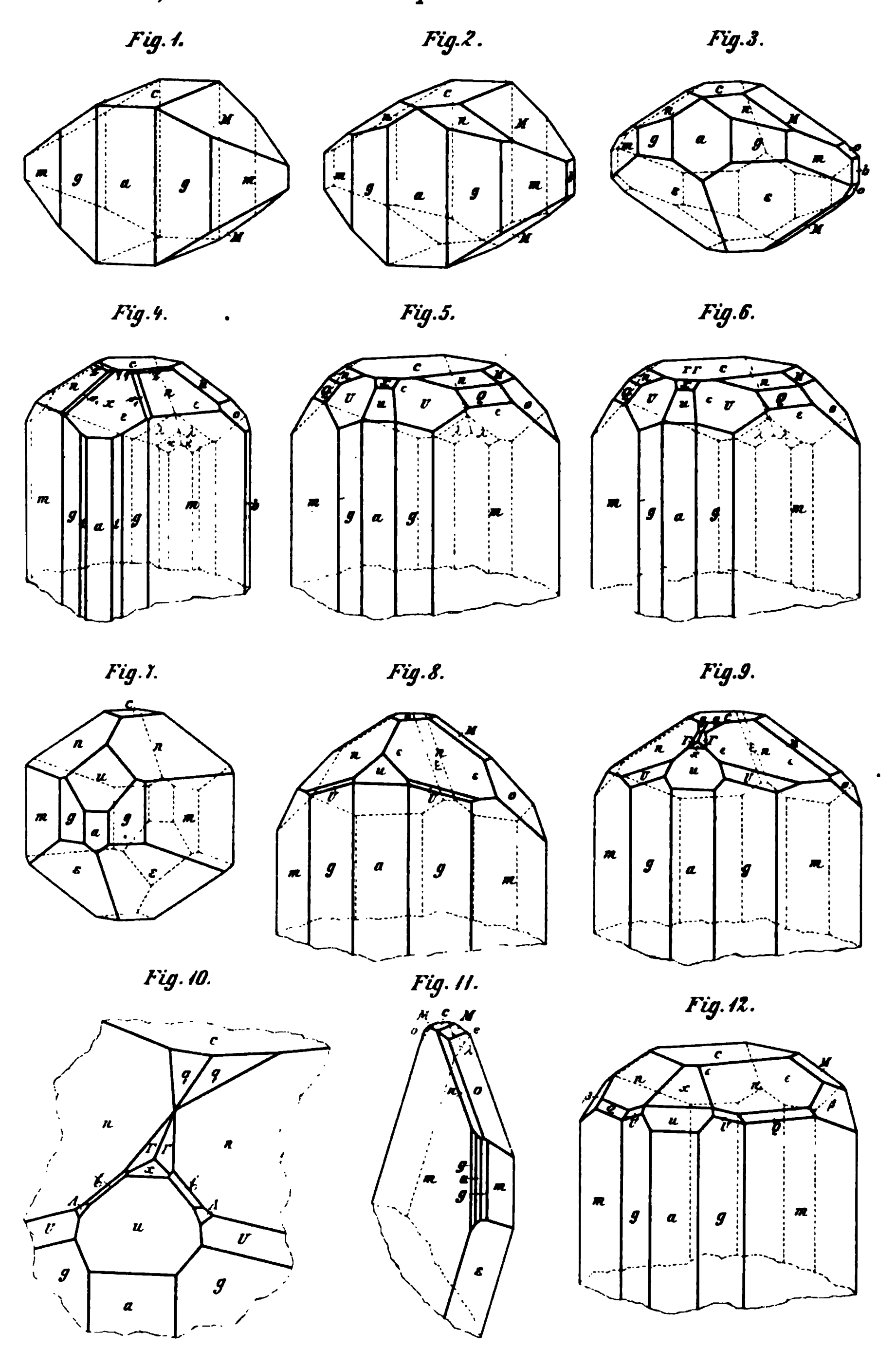
Fig. 4.



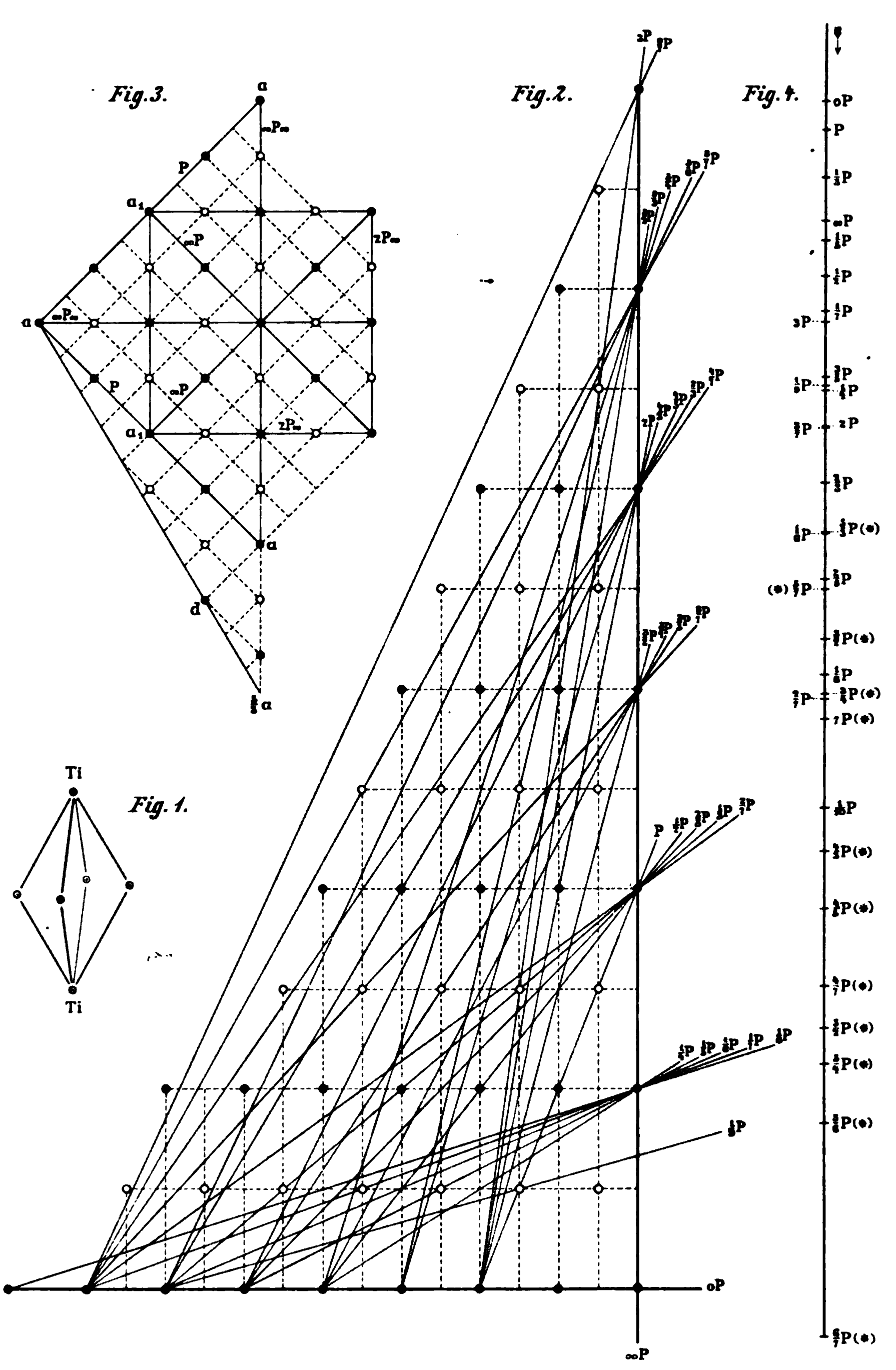
C. Vio



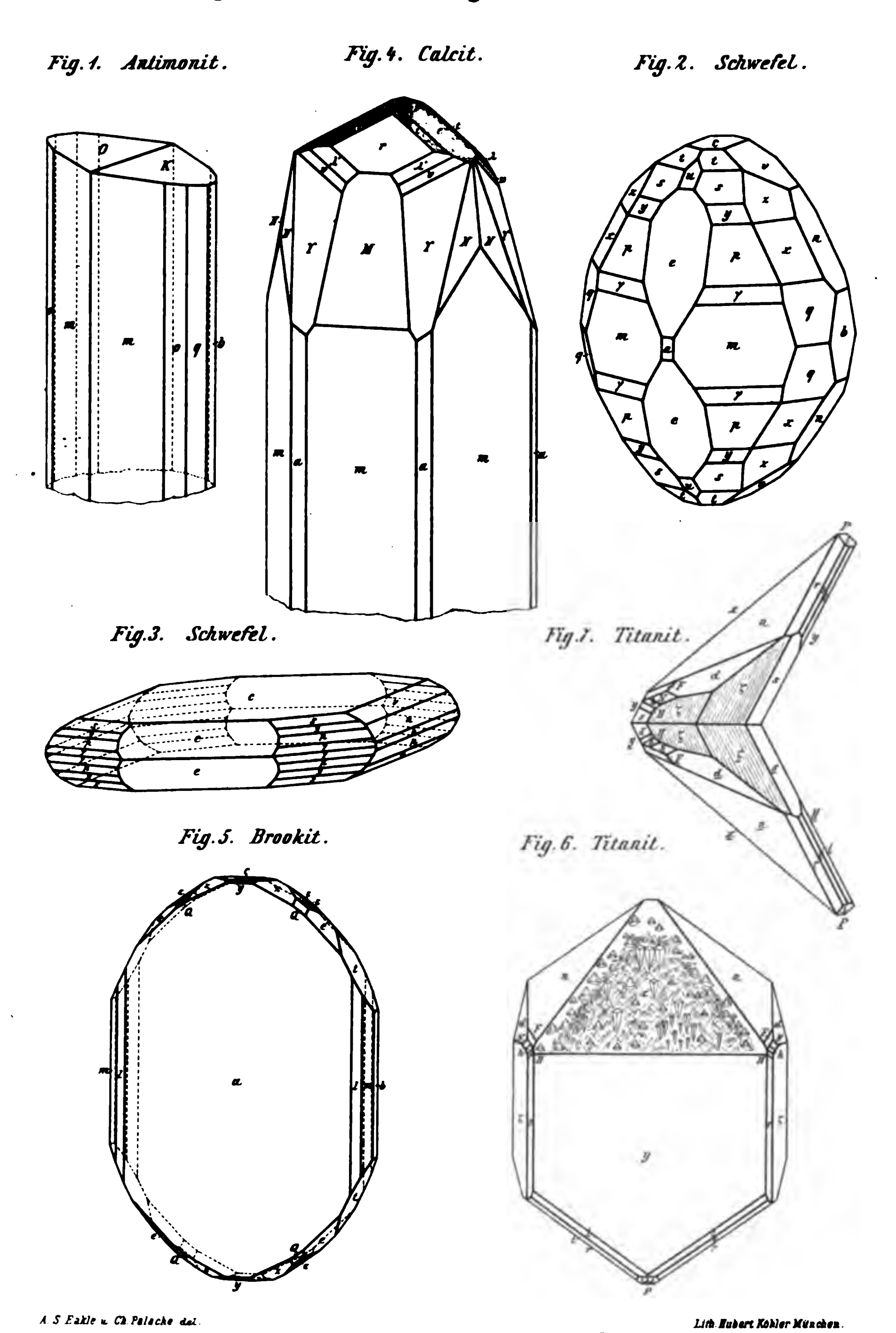




A Osann del. Lith Hubert Köhler München.



H. Baumhauer del. *Lith. Hubert & Köhler, München*



A. S. Eakle u. Ch. Palache del. Lith. Hubert Köhler München.

